



TUGAS AKHIR - RG 141536

VALIDASI ALGORITMA ESTIMASI
KONSENTRASI CHL-A PADA CITRA SATELIT
LANDSAT 8 DENGAN DATA *IN-SITU*
STUDI KASUS: LAUT SELATAN PULAU LOMBOK, NTB

UMROH DIAN SULISTYAH
NRP 3512 100 071

PEMBIMBING 1
LALU MUHAMAD JAELANI, S.T, M.Sc, Ph.D.

PEMBIMBING 2
GATHOT WINARSO, S.T., M.Sc.

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016



BACHELOR THESIS - RG 141536

VALIDATION OF CHL-A CONCENTRATION
ESTIMATION ALGORITHM OF LANDSAT 8
WITH IN-SITU DATA
CASE STUDY: LOMBOK SOUTHERN SEA, NTB

UMROH DIAN SULISTYAH
NRP 3512 100 071

SUPERVISOR
LALU MUHAMAD JAEANI, S.T, M.Sc, Ph.D.

CO-SUPERVISOR
GATHOT WINARSO, S.T., M.Sc.

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
CIVIL ENGINEERING AND PLANNING FACULTY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016

VALIDASI ALGORITMA ESTIMASI KONSENTRASI CHL-A PADA CITRA SATELIT LANDSAT 8 DENGAN DATA *IN-SITU*

STUDI KASUS: LAUT SELATAN PULAU LOMBOK, NTB

Nama Mahasiswa : Umroh Dian Sulistiyah

NRP : 3512 100 071

Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS

Pembimbing : Lalu Muhamad Jaelani S.T, M.Sc, Ph.D.
Gathot Winarso, S.T., M.Sc.

Abstrak

Perairan laut selatan Pulau Lombok memiliki produktivitas perairan yang tinggi yang menandakan kesuburan suatu perairan. Chl-a merupakan salah satu faktor yang erat hubungannya dengan kesuburan di perairan laut selatan Pulau Lombok. Dengan memanfaatkan teknik penginderaan jauh membuat pemetaan distribusi Chl-a lebih efisien dan akurat untuk mengekstrak parameter fisik air tersebut. Akurasi parameter fisik yang diturunkan dari data penginderaan jauh tergantung pada algoritma koreksi atmosfer serta algoritma model untuk menghitung konsentrasi Chl-a.

Pada penelitian ini, dengan menggunakan Landsat 8 akan dilakukan validasi algoritma estimasi konsentrasi Chl-a Jaelani terhadap data in-situ di perairan laut selatan Pulau Lombok dengan menggunakan metode koreksi atmosfer 6SV dan Flaash serta digunakan produk reflektan-permukaan (surface reflectance) USGS yang sudah terkoreksi atmosfer. Hasil validasi konsentrasi Chl-a dengan algoritma Jaelani memiliki NMAE terbaik dari citra olahan Landsat 8 dengan koreksi atmosfer metode 6SV yaitu sebesar 26,095%.

Dalam penelitian ini dibuat algoritma model estimasi konsentrasi Chl-a yang sesuai dengan karakteristik perairan laut selatan Pulau Lombok dengan korelasi tertinggi ($R^2 = 0,551$) menggunakan perbandingan $\log(Rrs(\lambda_4))$ dan $\log(Rrs(\lambda_5))$. Hasil validasi konsentrasi Chl-a dengan algoritma model Chl-a baru memiliki NMAE terbaik dari hasil citra olahan Landsat 8 dengan koreksi atmosfer metode 6SV yaitu sebesar 13,484%. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma model Chl-a baru untuk perairan laut selatan Pulau Lombok lebih baik dalam mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh pada lokasi penelitian dibandingkan dengan algoritma Chl-a Jaelani.

Kata kunci---Chl-a, Landsat 8, NMAE, Surface Reflectance, Validasi.

VALIDATION OF CHL-A CONCENTRATION ESTIMATION ALGORITHM OF LANDSAT 8 WITH IN-SITU DATA

CASE STUDY: LOMBOK SOUTHERN SEA, NTB

Name : Umroh Dian Sulistyah
NRP : 3512 100 071
Department : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Supervisors : Lalu Muhamad Jaelani S.T, M.Sc, Ph.D.
Gathot Winarso, S.T., M.Sc.

Abstract

Lombok southern sea has a high marine productivity which signifies fertility of a body water. Chl-a is one of the factors associated with fertility in the Lombok southern sea. Remote sensing can be used for mapping the distribution of Chl-a more efficient and accurate to extract the physical parameters of the water. Physical parameters accuracy is derived from remote sensing data depending on atmospheric correction algorithms and algorithms model to calculate the concentration of Chl-a.

In this study, Landsat 8 will be used to validate the algorithm estimation concentration of Chl-a Jaelani to the in-situ data in the Lombok southern sea using atmospheric correction 6SV and Flaash, and surface reflectance product from USGS that's already had atmospheric correction. The result of Chl-a concentration validation using Jaelani algorithm has the best NMAE of processed Landsat 8 imagery with atmospheric correction 6SV method that is equal to 26.095%.

In this study, the concentration estimation algorithm model of Chl-a corresponding to the characteristics of Lombok southern sea with the highest correlation ($R^2 =$

0.551) using the ratio $\log (Rrs(\lambda_4))$ and $\log (Rrs (\lambda_5))$. The result of the validation of a new model Chl-a concentration algorithm has best results of NMAE from Landsat 8 imagery with atmospheric correction 6SV method that is equal to 13.484%. This shows that the new model algorithm of Chl-a Lombok southern sea was more accurate for extracting water quality data from remote sensing data on the location of the study compared to the Chl-a Jaelani algorithm.

Keywords---Chl-a, Landsat 8, NMAE, Surface Reflectance, Validation.

**VALIDASI ALGORITMA ESTIMASI KONSENTRASI
CHL-A PADA CITRA SATELIT LANDSAT 8 DENGAN
DATA *IN-SITU***

STUDI KASUS: LAUT SELATAN PULAU LOMBOK, NTB

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

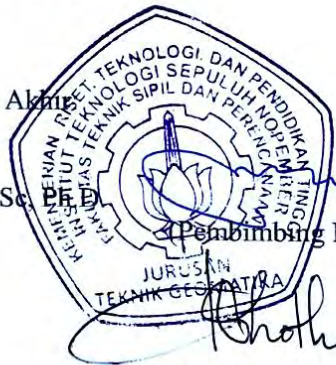
UMROH DIAN SULISTYAH

NRP. 3512 100 071

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc.
NIP: 19801221 200312 1 001

2. Gathot Winarso, S.T., M.Sc.
NIP: 19730706 199803 1002



(Pembimbing I)

(Pembimbing II)

SURABAYA, JUNI 2016

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan seluruh alam, pemilik hari pembalasan. Dialah Dzat Yang Maha Mendengarkan doa, mengampuni dosa, dan memaafkan kesalahan hamba-Nya. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada seorang Nabi, yang mana shalat merupakan penghibur hatinya. Semoga tercurahkan pula kepada para keluarga dan sahabat-sahabatnya, serta orang-orang yang mengikuti mereka sampai ajal tiba.

Alhamdulillah, Tugas Akhir penulis yang berjudul:

VALIDASI ALGORITMA ESTIMASI KONSENTRASI CHL-A PADA CITRA SATELIT LANDSAT 8 DENGAN DATA *IN-SITU*

(STUDI KASUS: LAUT SELATAN PULAU LOMBOK, NTB)

Dapat terselesaikan dengan baik. Terelesaiskannya Tugas Akhir ini, tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan dan bantuan pada penulis. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Abahku tercinta, Alm Muhammad Bachrie, atas nasihat-nasihatnya dan semangat pantang menyerah yang selalu menginspirasi.
2. Umikku, Siti Haniyah serta anggota keluarga Bachrie yang lainnya atas segala doa, dukungan, dan motivasi yang sangat besar sehingga penulis tetap bersemangat hingga akhir penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Lalu Muhammad Jaelani S.T, M.Sc, Ph.D. dan Bapak Gathot Winarso, S.T., M.Sc. selaku pembimbing yang telah memberikan ilmu, motivasi, wawasan, teladan, dan nasihat yang sangat berharga bagi penulis serta kesabaran dan sikapnya yang bijak dalam membimbing penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika FTSP ITS.

5. Bapak Dr. Muhammad Taufik selaku dosen wali yang telah membimbing penulis sejak awal masuk kuliah hingga penulis telah menyelesaikan studinya di jenjang S1 ini.
6. Teman-teman Tim S9.2 *Water Remote Sensing*, Muflih, Rendi, Nafiz, Irma, Fitri, Endang, Tepe, dan Fristama. Terimakasih telah banyak membantu penulis dalam memecahkan permasalahan dalam penelitian ini.
7. Oli, Muflih, Nindy, Made, Wiswa, Rio, Ipul, Surya, Alawy, Dewok, Vina, Bkti, Bagas, Drs, Juwi, Awal, Alfi, Silmi, Elizabeth, Rika, Retno, Defi, Dita, Kiki, Rasyid, Haidar, Fatih dan Gilang sebagai sahabat-sahabat yang selalu ada disaat suka maupun duka.
8. Teman-teman Geoid 2012 yang telah menemani dan mengajari arti kebersamaan selama menempuh kuliah di Teknik Geomatika ITS.
9. Serta pihak-pihak lain yang sangat berjasa dalam kelancaran proses penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak pihak terkait dan para pembaca. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat menerima apabila ada saran dan kritik yang sifatnya membangun guna perbaikan untuk penelitian penelitian selanjutnya.

Surabaya, Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan.....	5
1.5. Manfaat.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Keadaan Umum Perairan Laut Selatan Pulau Lombok.....	7
2.2. Teknologi Penginderaan Jauh (<i>Remote Sensing</i>).....	7
2.3. <i>Chlorophyll-a</i>	8
2.4. Penginderaan Jauh untuk Analisa Chl-a.....	10
2.5. Satelit Landsat 8.....	11
2.5.1. Landsat 8.....	11
2.5.2. Parameter Orbit Satelit Landsat 8.....	12
2.5.3. Perbandingan Kanal Landsat 7 dan Landsat 8.....	13
2.6. <i>Pre-processing</i> Citra.....	13
2.6.1. Kalibrasi Radiometrik.....	14
2.6.2. Koreksi Atmosfer.....	16
2.6.3. <i>Masking</i>	18
2.7. Algoritma Chl-a.....	18
2.8. <i>Normalized Mean Absolute Error (NMAE)</i>	19
2.9. Regresi Linier dan Korelasi.....	19
2.10. Penelitian Terdahulu.....	20
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	23

3.1. Lokasi Penelitian	23
3.2. Data dan Peralatan.....	24
3.2.1. Data	24
3.2.2. Peralatan	25
3.3. Metodologi Penelitian	26
3.3.1. Tahapan Penelitian	26
3.3.2. Tahapan Pengolahan Data	29
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1. Data	35
4.1.1. Citra Landsat 8	35
4.1.2. Reflektan-Permukaan Landsat 8.....	35
4.2. Kalibrasi Radiometrik	36
4.3. Koreksi Atmosfer	39
4.4. Penerapan Algoritma Chl-a dan Pemisahan <i>Region</i> Daratan dan Laut.....	50
4.5. Validasi <i>Remote Sensing Reflectance (Rrs(λ))</i> Landsat 8.....	54
4.6. Validasi Algoritma <i>Existing</i> Estimasi Konsentrasi Chl-a.....	63
4.7. Pemodelan Algoritma Estimasi Konsentrasi Chl-a	68
4.8. Validasi Algoritma Baru Estimasi Konsentrasi Chl-a	72
4.9. Estimasi Distribusi Konsentrasi Chl-a.....	76
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1. Kesimpulan.....	83
5.2. Saran.....	85
UCAPAN TERIMA KASIH.....	87
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	93
BIODATA PENULIS.....	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh	8
Gambar 2.2 Satelit Landsat 8	12
Gambar 3.1 Lokasi penelitian.....	23
Gambar 3.2 Lokasi penelitian di perairan selatan Pulau Lombok	24
Gambar 3.3 Diagram Alir Umum Penelitian.....	26
Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data.....	33
Gambar 4.1 Reflektan-permukaan Landsat 8 dalam format Reflektan BOA (RGB 654).....	36
Gambar 4.2 Metadata citra Landsat 8.....	37
Gambar 4.3 Proses <i>input</i> kalibrasi radiometrik	37
Gambar 4.4 Citra Landsat 8 yang belum terkalibrasi radiometrik (RGB 654).....	38
Gambar 4.5 Citra Landsat 8 yang sudah terkalibrasi radiometrik (RGB 654).....	38
Gambar 4.6 Nilai <i>pixel</i> citra Landsat 8.....	39
Gambar 4.7 Proses <i>input</i> parameter koreksi atmosfer 6SV	40
Gambar 4.8 Citra Landsat 8 yang sudah dikoreksi atmosfer 6SV	41
Gambar 4.9 Proses <i>input</i> parameter koreksi atmosfer Flaash.....	42
Gambar 4.10 Nilai <i>pixel</i> citra yang sudah terkoreksi atmosfer Flaash.....	43
Gambar 4.11 Citra Landsat 8 yang sudah dikoreksi atmosfer Flaash.....	44
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Reflektan (BOA) 6SV dan Reflektan (BOA) Flaash pada kanal 1 terhadap reflektan <i>in-situ</i>	45
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Reflektan (BOA) 6SV dan Reflektan (BOA) Flaash pada kanal 2 terhadap reflektan <i>in-situ</i>	46
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Reflektan (BOA) 6SV dan Reflektan (BOA) Flaash pada kanal 3 terhadap reflektan <i>in-situ</i>	47

Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Reflektan (BOA) 6SV dan Reflektan (BOA) Flaash pada kanal 4 terhadap reflektan <i>in-situ</i>	48
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Reflektan (BOA) 6SV dan Reflektan (BOA) Flaash pada kanal 5 terhadap reflektan <i>in-situ</i>	49
Gambar 4.17 Tampilan citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani menggunakan koreksi atmosfer 6SV	51
Gambar 4.18 Legenda warna konsentrasi Chl-a citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani menggunakan koreksi atmosfer 6SV	52
Gambar 4.19 Tampilan citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani menggunakan koreksi atmosfer Flaash	52
Gambar 4.20 Legenda warna konsentrasi Chl-a citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani menggunakan koreksi atmosfer Flaash	53
Gambar 4.21 Tampilan reflektan-permukaan citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani	53
Gambar 4.22 Legenda warna konsentrasi Chl-a reflektan-permukaan citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani	54
Gambar 4.23 Ekstraksi nilai <i>pixel</i>	56
Gambar 4.24 Perbandingan $Rrs_{(\lambda)}$ <i>in-situ</i> dengan $Rrs_{(\lambda)}$ estimasi pada stasiun 2A	57
Gambar 4.25 Perbandingan $Rrs_{(\lambda)}$ <i>in-situ</i> dengan $Rrs_{(\lambda)}$ estimasi pada stasiun 3A	57
Gambar 4.26 Perbandingan $Rrs_{(\lambda)}$ <i>in-situ</i> dengan $Rrs_{(\lambda)}$ estimasi pada stasiun 4A	58
Gambar 4.27 Perbandingan $Rrs_{(\lambda)}$ <i>in-situ</i> dengan $Rrs_{(\lambda)}$ estimasi pada stasiun 6A	59
Gambar 4.28 Perbandingan $Rrs_{(\lambda)}$ <i>in-situ</i> dengan $Rrs_{(\lambda)}$ estimasi pada stasiun 7A	59
Gambar 4.29 Perbandingan $Rrs_{(\lambda)}$ <i>in-situ</i> dengan $Rrs_{(\lambda)}$ estimasi pada stasiun 8A	60

Gambar 4.30 Perbandingan $Rrs(\lambda)_{in-situ}$ dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi pada stasiun 9A	61
Gambar 4.31 Perbandingan $Rrs(\lambda)_{in-situ}$ dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi pada stasiun 10A	62
Gambar 4.32 Grafik perbandingan Chl-a <i>in-situ</i> dan Chl-a estimasi	67
Gambar 4.33 Model regresi dengan menggunakan rasio $Rrs(\lambda)$ pada kanal 4 dan kanal 5 Landsat 8	71
Gambar 4.34 Grafik perbandingan Chl-a <i>in-situ</i> dan Chl-a estimasi	75
Gambar 4.35 (a) Peta distribusi estimasi Chl-a Jaelani dengan reflektan-permukaan Landsat 8 USGS	76
Gambar 4.35 (b) Peta distribusi estimasi Chl-a Jaelani dengan koreksi atmosfer 6SV	77
Gambar 4.35 (c) Peta distribusi estimasi Chl-a Jaelani dengan koreksi atmosfer Flaash	78
Gambar 4.36 (a) Peta distribusi estimasi Chl-a Sulistiyah dengan reflektan-permukaan Landsat 8 USGS	79
Gambar 4.36 (b) Peta distribusi estimasi Chl-a Sulistiyah dengan koreksi atmosfer 6SV	80
Gambar 4.36 (c) Peta distribusi estimasi Chl-a Sulistiyah dengan koreksi atmosfer Flaash	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Orbit Satelit Landsat 8.....	12
Tabel 2.2 Perbandingan Kanal pada Landsat 7 dan Landsat 8....	13
Tabel 3.1. Daftar nama citra satelit Landsat 8 yang digunakan...	24
Tabel 3.2. Daftar nama reflektan-permukaan citra satelit Landsat 8 yang digunakan.....	25
Tabel 4.1. Parameter Koreksi Atmosfer 6SV	41
Tabel 4.2. Koordinat reflektan <i>in-situ</i>	44
Tabel 4.3. Data reflektan <i>in-situ</i>	55
Tabel 4.4. Koefisien Determinasi (R^2) antara $Rrs(\lambda)$ <i>in-situ</i> dan $Rrs(\lambda)$ estimasi	63
Tabel 4.5. Data <i>in-situ</i> Chl-a	64
Tabel 4.6. Perbandingan konsentrasi Chl-a <i>in-situ</i> dengan Chl-a estimasi	65
Tabel 4.7. Perhitungan <i>NMAE</i> dari konsentrasi Chl-a.....	66
Tabel 4.8. Konsentrasi Chl-a <i>in-situ</i>	69
Tabel 4.9. R^2 untuk rasio-kanal Landsat 8.....	69
Tabel 4.10. R^2 untuk rasio-kanal Landsat 8.....	70
Tabel 4.11. Uji statistik algoritma pemodelan dengan titik pembuatan algoritma	72
Tabel 4.12. Perbandingan konsentrasi Chl-a <i>in-situ</i> dengan Chl-a estimasi	73
Tabel 4.13. Perhitungan <i>NMAE</i> dari konsentrasi Chl-a.....	74

BAB I.

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perairan laut Lombok merupakan salah satu perairan Indonesia yang berada di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPP-RI) 573. Pada perairan laut selatan Pulau Lombok memiliki potensi perikanan tangkap yang cukup tinggi menghasilkan 11.603,8 ton pada tahun 2013 (Badan Pusat Statistika Provinsi NTB, 2014). Potensi perikanan tangkap yang tinggi ini tidak terlepas dari kenyataan bahwa perairan laut selatan Pulau Lombok memiliki produktivitas perairan yang tinggi (Musbir, 2013).

Produktivitas perairan yang tinggi menandakan kesuburan suatu perairan dengan melihat jumlah produktivitas primer yang dihasilkan pada perairan tersebut untuk menghasilkan *fitoplankton* (Adnan, 2010). Menurut Pangihutan (2009), kelimpahan *fitoplankton* yang tinggi diduga akan meningkatkan populasi ikan, dimana ketersediaan makanannya melimpah di perairan tersebut. Bagian terpenting dari pigmen fotosintesis yang dikandung oleh semua dari jenis *fitoplankton* yang masih hidup di laut adalah klorofil-a (Chl-a) (Strickland, 1960 dalam Nontji, 1987). Mengingat pigmen tersebut merupakan pigmen utama dari *fitoplankton*, sehingga konsentrasi *fitoplankton* dapat diidentifikasi.

Pengelolaan dan pemanfaatan perairan laut selatan Pulau Lombok akan lebih optimal jika didukung oleh informasi yang memadai mengenai karakteristik perairan, salah satunya adalah informasi mengenai distribusi konsentrasi Chl-a yang dapat digunakan untuk memudahkan dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya perikanan di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat.

Penginderaan jauh untuk mengamati klorofil tergantung pada bagaimana pigmen tersebut mempengaruhi warna perairan dan atau emisi cahaya (*fluorescence*) dari pigmen itu sendiri. Menurut Curran (1985), pigmen seperti Chl-a memiliki sifat absorbansi yang tinggi pada kanal biru dan merah. Menurut Lehnivger (1975) dalam Kusnawijaya (1983), Chl-a murni dalam *acetone* mempunyai absorbansi maksimum pada panjang gelombang 420 nm dan 663 nm. Faktor fisiologis inilah yang sangat berpengaruh terhadap hasil penerimaan data digital konsentrasi Chl-a yang direkam oleh sensor satelit.

Perkembangan teknologi khususnya dalam penginderaan jauh, menyebabkan pelaksanaan pemetaan distribusi Chl-a menjadi lebih efisien dengan banyaknya aplikasi penginderaan jauh yang digunakan untuk pemantauan aktifitas lingkungan perairan. Dengan demikian, penginderaan jauh telah memberikan kontribusi yang signifikan dalam proses pemahaman kondisi oseanografi. Metode penginderaan jauh ini memanfaatkan satelit Landsat 8 dalam mengidentifikasi kualitas perairan laut selatan Pulau Lombok. Dalam penelitian ini, digunakan data citra satelit Landsat 8 Level 1 tahun 2014 dan data *Surface Reflectance* (reflektan-permukaan) satelit Landsat 8 produk dari USGS tahun 2014 untuk memetakan kondisi perairan. Digunakannya citra satelit tersebut karena dengan banyaknya penelitian kualitas air dengan parameter Chl-a pada Landsat 8 (Jaelani dan Arafah, 2015). Dengan banyaknya referensi penelitian tersebut dapat memudahkan penyelesaian masalah dalam penelitian ini.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya, menggunakan data *in-situ* berupa konsentrasi Chl-a dan spektral (diresampling sesuai kanal Landsat 8) yang direkam di Danau Matano dan Danau Towuti, Sulawesi Selatan untuk membangun algoritma model yang menghubungkan antara reflektan dan Chl-a. Selanjutnya, data Landsat 8 yang telah

terkoreksi dari efek atmosfer (*atmospherically corrected reflectance*) digunakan untuk memetakan distribusi spasial Chl-a menggunakan algoritma model yang telah dibangun pada tahap sebelumnya (Jaelani dkk, 2015). Dari penelitian tersebut, maka algoritma model Chl-a yang telah dibangun akan digunakan dalam penelitian ini.

Dalam penelitian ini mengkaji mengenai distribusi konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Perhitungan mengenai Chl-a ini sendiri akan menggunakan beberapa metode koreksi atmosfer dengan menggunakan *software* pengolahan citra penginderaan jauh dan hasilnya akan dikaji melalui data satelit terhadap data *in-situ* dari beberapa titik sampel yang ditentukan. Validasi dalam perhitungan algoritma model ini penting karena dalam sistem satelit mengandung beberapa kesalahan salah satunya kesalahan di atmosfer. Radiasi yang melewati atmosfer dapat menyebabkan terjadinya pelemahan nilai reflektan yang pada akhirnya pengukuran reflektan yang dihasilkan berbeda dari pengukuran reflektan yang sebenarnya pada permukaan yang diamati.

Estimasi parameter kualitas perairan (seperti: konsentrasi Chl-a) dari data satelit penginderaan jauh sangat bergantung, tidak hanya pada keakuratan koreksi atmosfer, tetapi juga pada keakuratan model yang menghubungkan antara data reflektan penginderaan jauh dengan parameter kualitas air yang akan diekstrak (Ruddick, dkk 2000). Sehingga dengan adanya algoritma model yang tepat dapat menunjang hasil pemetaan persebaran konsentrasi Chl-a yang akurat dan tervalidasi.

1.2. Rumusan Masalah

Pokok permasalahan yang akan diteliti dan diangkat dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana perbandingan metode dalam melakukan koreksi atmosfer 6SV dan Flaash untuk perhitungan estimasi konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB.
- b. Bagaimana penggunaan algoritma model yang tepat untuk perhitungan konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB.
- c. Bagaimana memetakan konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat (NTB).
2. Data citra satelit yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 Level 1T tahun 2014 dan *Surface Reflectance* (reflektan-permukaan) citra satelit Landsat 8 produk dari USGS tahun 2014.
3. Titik sampel yang akan divalidasi terhadap uji data *in-situ* berada pada perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB yang didapatkan dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).
4. Algoritma estimasi konsentrasi Chl-a yang digunakan adalah algoritma Chl-a Jaelani, dkk (2015) yang diteliti dan dikembangkan oleh L.M. Jaelani, dkk dengan algoritma koreksi atmosfer dari *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector* (6SV) dan Flaash.
5. Hasil penelitian ini berupa analisa persebaran konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat.
6. Validasi dilakukan dengan parameter uji *NMAE* (*Normalized Mean Absolute Error*).

1.4. Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Membandingkan hasil koreksi atmosfer metode 6SV dan Flaash untuk perhitungan konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB.
- b. Mengetahui algoritma model yang tepat untuk perhitungan estimasi konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB.
- c. Memetakan konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB.
- d. Validasi konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB pada citra satelit Landsat 8.

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi spasial berupa peta mengenai persebaran konsentrasi Chl-a dan penggunaan algoritma model Chl-a yang tepat di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat sehingga dapat digunakan sebagai informasi untuk memudahkan dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya perikanan di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Keadaan Umum Perairan Laut Selatan Pulau Lombok

Lombok merupakan pulau di provinsi Nusa Tenggara Barat. Secara geografis Lombok terletak di 8° 33' 54" LS - 8° 56' 50" LS dan 116° 21' 04" BT - 116° 35' 10" BT. Lombok memiliki luas wilayah laut yang mencapai 1.0743,33 km² yang merupakan 40,09% dari luas wilayahnya. Perairan Lombok sangat unik karena perairan ini mendapat pengaruh dari massa air laut yang berbeda yaitu dari Samudra Pasifik dan Samudra Hindia.

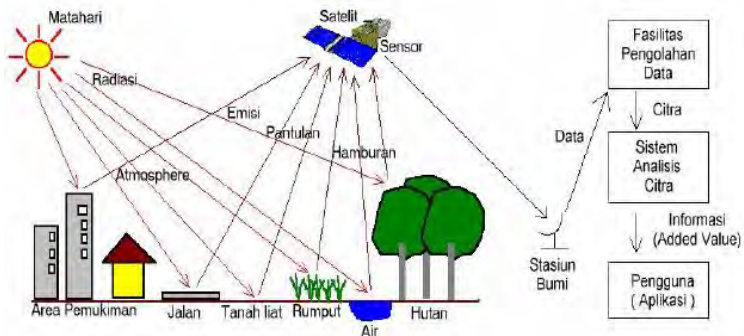
Pulau Lombok merupakan salah satu kawasan yang ditetapkan oleh pemerintah sebagai kawasan usaha minapolitan budidaya kelautan. Selain potensi perikanan tangkap, laut selatan Pulau Lombok juga potensial untuk kegiatan budidaya laut yaitu mutiara, ikan kerapu, udang lobster, rumput laut, teripang dan kekerangan. Potensi budidaya mutiara 3.433,65 ha; ikan kerapu 509,40 ha; udang lobster 525,68 ha; rumput laut 2.000,00 ha; teripang 194,00 ha; dan kekerangan 179,50 ha. Pemanfaatan potensi budidaya laut sampai dengan saat ini adalah budidaya mutiara 1.805,50 ha; budidaya ikan kerapu 6,50 ha; budidaya udang lobster 12,37 ha; budidaya rumput laut 232,58 ha; sedangkan potensi budidaya teripang dan kekerangan belum dimanfaatkan. Produksi budidaya laut dalam tahun 2009 yaitu mutiara 0,22 ton; kerapu 5,40 ton; udang lobster 82,90 ton; dan rumput laut 60.471,00 ton (Badan Pusat Statistika Provinsi NTB, 2014)

2.2. Teknologi Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*)

Lillesand dan Kiefer (1979) mendefinisikan penginderaan jauh sebagai ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh melalui suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji.

Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindra yang sering disebut sensor. Sensor merupakan alat yang terintegrasi dalam suatu wahana yang berfungsi untuk mendeteksi radiasi elektromagnetik yang dipantulkan dan diserap oleh objek. Kenampakan dari suatu objek dapat ditentukan dengan menginterpretasi pantulan atau serapan radiasi elektromagnetik, setiap objek yang berbeda akan memiliki karakteristik pemantulan atau penyerapan yang berbeda juga. Menurut Sutanto (1994), terdapat empat komponen penting dalam sistem penginderaan jauh adalah :

- a. Sumber tenaga elektromagnetik (matahari, radar)
- b. Atmosfer (uap air, gas, debu)
- c. Interaksi antara tenaga dan objek (tanah, air, vegetasi)
- d. Sensor (kamera udara, *scanner*, *radiometer*, *CASI* *Hyperspectral*)



Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh
(Sumber: Sutanto, 1994)

2.3. Chlorophyll-a

Chlorophyll-a (Chl-a) merupakan pigmen hijau plankton yang digunakan dalam proses fotosintesis, semua *fitoplankton* mengandung Chl-a yang beratnya kira-kira 1-2% dari berat kering alga (Realino dkk 2005). Terdapat 3 macam klorofil,

yaitu Chl-a, Chl-b, Chl-c, selain itu ada juga jenis pigmen fotosintesis seperti *karoten* dan *xantofil*. Dari ketiga pigmen tersebut, Chl-a merupakan pigmen yang paling umum terdapat pada *fitoplankton* sehingga kelimpahan *fitoplankton* dapat dilihat melalui pengukuran konsentrasi Chl-a di perairan (Parsons dkk 1984 dalam Realino dkk 2005).

Chl-a merupakan salah satu dari parameter yang sangat menentukan produktivitas primer di perairan pantai atau laut. Chl-a merupakan suatu pigmen yang didapatkan dalam *fitoplankton* dan mempunyai fungsi sebagai mediator dalam proses fotosintesis. Oleh karena itu, kandungan Chl-a dalam perairan merupakan salah satu indikator tinggi rendahnya kelimpahan *fitoplankton* atau tingkat kesuburan suatu perairan. Sebaran dan tinggi rendahnya konsentrasi Chl-a sangat terkait dengan kondisi oseanografis suatu perairan. Beberapa parameter fisika kimia yang mengontrol dan mempengaruhi sebaran Chl-a adalah intensitas cahaya dan nutrien (terutama nitrat, fosfat, dan silikat) (Wyrski 1961).

Sebaran Chl-a di laut bervariasi secara geografis maupun berdasarkan kedalaman perairan. Variasi tersebut diakibatkan oleh perbedaan intensitas cahaya matahari dan konsentrasi nutrien yang terdapat di dalam suatu perairan. Di laut, sebaran Chl-a lebih tinggi konsentrasinya pada perairan pantai dan pesisir, serta rendah di perairan lepas pantai. Tingginya sebaran konsentrasi Chl-a di perairan pantai dan pesisir disebabkan karena adanya suplai nutrien dalam jumlah besar melalui *run-off* dari daratan, sedangkan rendahnya konsentrasi Chl-a di perairan lepas pantai karena tidak adanya suplai nutrien dari daratan secara langsung. Namun pada daerah-daerah tertentu di perairan lepas pantai dijumpai konsentrasi Chl-a dalam jumlah yang cukup tinggi. Keadaan ini disebabkan oleh tingginya konsentrasi nutrien yang dihasilkan melalui proses fisik massa air, dimana massa air dalam mengangkat nutrien dari lapisan dalam ke lapisan permukaan (Valiela, 1984 dalam Presetiahi, 1994).

2.4. Penginderaan Jauh untuk Analisa Chl-a

Penginderaan jauh telah memegang peranan penting untuk inventarisasi, monitoring dan pengelolaan wilayah pesisir melalui kemampuannya memberikan gambaran sinopsis dari wilayah tersebut (Ambarwulan dkk 2003). Citra satelit merupakan teknologi penginderaan jauh yang dapat menggambarkan secara detail kenampakan di Bumi. Salah satu aplikasinya adalah dapat mempelajari kualitas air di suatu perairan terbuka. Kualitas perairan memiliki penetrasi cahaya yang berbeda pada daerah tertentu yang dapat diketahui dengan teknik multispektral (Barret dan Curtis 1982). Kualitas suatu perairan yang dapat dipelajari menggunakan citra satelit diantaranya adalah kandungan Chl-a. Seluruh tubuh perairan secara alami mengandung bahan tersuspensi yang terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik.

Penginderaan jauh untuk mengamati Chl-a tergantung pada bagaimana pigmen tersebut mempengaruhi warna perairan dan atau emisi cahaya (*fluorescence*) dari pigmen itu sendiri. Menurut Curran (1985), pigmen seperti Chl-a memiliki sifat absorbansi yang tinggi pada kanal biru dan merah. Pantulan maksimum terjadi pada kanal hijau, karena Chl-a tidak menyerap radiasi gelombang elektromagnetik pada saluran ini. Yentsch (1980) dalam Graham (1987) mengatakan bahwa puncak absorpsi klorofil terhadap cahaya terjadi pada kisaran panjang gelombang 425-450 nm dan 665-680 nm. Chl-a murni dalam *acetone* mempunyai absorpsi maksimum pada panjang gelombang 420 nm dan 663 nm.

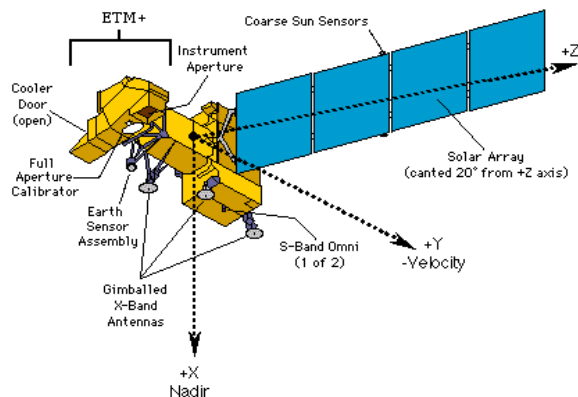
Konsentrasi Chl-a suatu perairan sangat ditentukan oleh intensitas cahaya dan keberadaan nutrien. Perairan laut tropis pada umumnya memiliki kandungan Chl-a rendah karena keterbatasan nutrien dan pemanasan permukaan perairan yang hampir berlangsung di sepanjang tahun. Selanjutnya, bahwa berdasarkan pola persebaran Chl-a di beberapa bagian perairan dijumpai konsentrasinya yang cukup tinggi. Hal ini

disebabkan karena terjadinya pengkayaan nutrien pada lapisan permukaan perairan melalui berbagai proses pengaliran massa air, diantaranya pencampuran vertikal massa air serta pola pergerakan massa air yang menyebabkan massa air kaya nutrien dari perairan yang ada disekitarnya, sehingga diperkirakan jumlah Chl-a cukup tinggi.

2.5.Satelit Landsat 8

2.5.1. Landsat 8

Satelit Landsat 8 atau dikenal dengan *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) merupakan satelit sumber daya milik Amerika Serikat yang diluncurkan pada 11 Februari 2013. Satelit ini membawa dua sensor yaitu sensor *Operational Land Imager* (OLI) dan sensor *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Sensor OLI mempunyai tujuh kanal dengan resolusi spasial yang sama dengan Landsat 7 yaitu sebesar 30 m. Untuk kanal 8 berbeda nilai resolusi spasialnya yaitu 15 m. Sensor OLI dilengkapi dengan dua kanal yaitu kanal baru yaitu kanal 1 dengan panjang gelombang 0,43 – 0,45 m untuk aerosol garis pantai dan kanal 9 dengan panjang gelombang 1,36 – 1,38 m untuk deteksi awan cirrus. Sedangkan untuk sensor TIRS dilengkapi dengan dua kanal dengan resolusi spasial sebesar 100 m untuk menghasilkan kontinuitas kanal inframerah thermal (USGS, 2014).



Gambar 2.2 Satelit Landsat 8
(Sumber: <http://www.thegeofactor.com>)

2.5.2. Parameter Orbit Satelit Landsat 8

Satelit Landsat 8 (LDCM) memiliki beberapa parameter orbit satelit seperti yang terlihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.1 Parameter Orbit Satelit Landsat 8
(Sumber: USGS, 2013)

Jenis Orbit	Mendekati lingkaran sinkron Matahari
Ketinggian	705 km
Inklinasi	98,2°
Periode	99 menit
Resolusi Temporal	16 hari
Waktu Lintas Khatulistiwa (<i>Local Time on Descending Node-LTDN</i>) nominal	Jam 10.00 sd 10.15 pagi

2.5.3. Perbandingan Kanal Landsat 7 dan Landsat 8

Landsat 8 menyempurnakan satelit pengamat bumi sebelumnya. Meski memiliki karakteristik yang mirip dengan Landsat 7 baik resolusinya (spasial, temporal, temporal), metode koreksi serta ketinggian terbang serta karakteristik sensor yang dibawahnya, namun jumlah kanal serta rentang spektrum-nya berbeda. Berikut ini adalah perbandingan kanal pada citra Landsat 7 dan citra Landsat 8.

Tabel 2.2 Perbandingan Kanal pada Landsat 7 dan Landsat 8
(Sumber: USGS, 2013)

Landsat ETM+				LCMD OLI/TIRS			
Kanal	Resolusi Spasial	Nama Kanal	Panjang Gelombang (μm)	Kanal	Resolusi Spasial	Nama Kanal	Panjang Gelombang (μm)
				Kanal 1	30 m	Coastal/Aerosol	0,435-0,451
Kanal 1	30 m	Biru	0,450-0,515	Kanal 2	30 m	Biru	0,452-0,512
Kanal 2	30 m	Hijau	0,525-0,605	Kanal 3	30 m	Hijau	0,533-0,590
Kanal 3	30 m	Merah	0,630-0,690	Kanal 4	30 m	Merah	0,636-0,673
Kanal 4	30 m	Near-IR	0,775-0,900	Kanal 5	30 m	Near-IR	0,851-0,879
Kanal 5	30 m	SWIR-1	1,550-1,750	Kanal 6	30 m	SWIR-1	1,566-1,651
Kanal 7	30 m	SWIR-2	2,090-2,350	Kanal 7	30 m	SWIR-2	2,107-2,294
Kanal 8	15 m	Pan	0,520-0,900	Kanal 8	15 m	Pan	0,503-0,676
Kanal 6	60 m	LWIR	10,00-12,50	Kanal 9	30 m	Cirrus	1,363-1,384
				Kanal 10	100 m	LWIR-1	10,60-11,19
				Kanal 11	100 m	LWIR-2	11,50-12,51

2.6. Pre-processing Citra

Data yang ditransmisikan dari satelit ke Bumi akan mengalami distorsi geometrik dan radiometrik. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat energi objek, letak objek pada peta dan geometrik kenampakan objek pada citra itu nilai digitalnya dipengaruhi oleh atmosfer. Koreksi citra tersebut berfungsi untuk menanggulangi dan mengurangi distorsi yang ada sehingga akan menciptakan data citra yang lebih teliti.

Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki kesalahan atau distorsi yang diakibatkan oleh tidak sempurnanya operasi dan sensor, adanya atenuasi gelombang elektromagnetik oleh atmosfer, variasi sudut pengambilan data, variasi sudut eliminasi, sudut pantul dan lain-lain yang dapat terjadi selama pengambilan, pengiriman serta perekaman data. Koreksi radiometrik dibedakan menjadi dua, antara lain Kalibrasi Radiometrik (*Radiometric Calibration*) dan Koreksi Atmosfer (*Atmospheric Correction*) (Jaelani, 2015).

2.6.1. Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi Radiometrik merupakan langkah awal yang harus dilakukan dalam mengolah data citra satelit yang dilakukan dengan cara mengkonversi nilai data citra asli hasil unduhan yaitu dalam bentuk *Digital Number* (DN) menjadi nilai *Top Of Atmosphere* (TOA) *Radiance* (L_{TOA}) dan /atau menjadi nilai *Top Of Atmosphere* (TOA) *Reflectance* (ρ_{TOA}), bisa juga ke *brightness temperature* (untuk kanal *Thermal Infrared*) (Jaelani, 2015).

Ada 2 cara yang bisa dilakukan dalam kalibrasi radiometrik, antara lain :

a. *Gain dan Offset*

Menggunakan *Gain* dan *Offset*, dimana data yang diperlukan adalah *radiance* atau *reflectance multiple rescaling factor* (*Gain*) dan *additive rescaling factor* (*Offset*)

i. Konversi dari *Digital Number* (DN) ke *Top Of Atmosphere* (TOA) *Radiance* (L_{TOA})

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (2.1)$$

dimana,

L_{λ}	= <i>TOA spectral radiance</i> (W (m ² srad μm) ⁻¹)
M_L	= <i>Radiance Mult Band</i>
A_L	= <i>Radiance Add Band</i>
Q_{cal} <i>Band</i>	= Nilai Digital (DN)

- ii. Konversi dari *Digital Number* (DN) ke *Top Of Atmosphere* (TOA) *Reflectance* (ρ_{TOA})
Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\rho_{\lambda}' = M_p Q_{cal} + A_p \quad (2.2)$$

dimana,

ρ_{λ}'	= <i>TOA spectral reflectance</i> , tanpa koreksi sudut matahari
M_p	= <i>Reflectance Mult Band</i>
A_p	= <i>Reflectance Add Band</i>
Q_{cal} <i>Band</i>	= Nilai Digital (DN)

- b. *Radiance* atau *Refelctance* Maksimum dan Minimum

- i. Konversi dari *Digital Number* (DN) ke *Top Of Atmosphere* (TOA) *Radiance* (L_{TOA})
Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$L_{\lambda} = \frac{(L_{max} - L_{min})}{(Q_{calmax} - Q_{calmin})} \times (Q_{cal} - Q_{calmax}) \quad (2.3)$$

dimana,

L_{λ}	= <i>TOA spectral radiance</i> (W (m ² srad μm) ⁻¹)
$L_{\max r}$	= <i>Max Detected Radiance Level</i>
$L_{\min r}$	= <i>Min Detected Radiance Level</i>
Q_{calmax}	= <i>Max pixel value</i>
Q_{calmin}	= <i>Min pixel value</i>
Q_{cal}	= <i>Nilai Digital (DN) Band</i>

- ii. Konversi dari *Digital Number (DN)* ke *Top Of Atmosphere (TOA) Reflectance* (ρ_{TOA})
Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\rho_{\lambda}' = \frac{(\rho_{\max} - \rho_{\min})}{(Q_{\text{calmax}} - Q_{\text{calmin}})} \times (Q_{\text{cal}} - Q_{\text{calmax}}) \quad (2.4)$$

dimana,

ρ_{λ}'	= <i>TOA spectral reflectance, tanpa koreksi sudut matahari</i>
$\rho_{\max r}$	= <i>Max Detected Reflectance Level</i>
$\rho_{\min r}$	= <i>Min Detected Reflectance Level</i>
Q_{calmax}	= <i>Max pixel value</i>
Q_{calmin}	= <i>Min pixel value</i>
Q_{cal}	= <i>Nilai Digital (DN) Band</i>

2.6.2. Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer adalah koreksi untuk menghilangkan kesalahan radiansi yang terekam pada

citra sebagai akibat dari hamburan atmosfer (*path radiance*). Hamburan atmosfer bervariasi menurut panjang gelombang, oleh karena itu nilai koreksi atmosfer berbeda-beda pada masing-masing band citra. Koreksi atmosfer merupakan langkah pertama yang sangat penting untuk melakukan penginderaan jauh pada *water color*.

a. Koreksi Atmosfer Metode *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector* (6SV)

Koreksi Atmosfer metode 6SV merupakan metode koreksi atmosfer yang dilakukan dengan mengakses website 6s.ltdri.org dimana diperlukan beberapa parameter dalam pengolahannya.

Terdapat 6 parameter dalam pemrosesan koreksi atmosfer 6SV ini, antara lain :

- i. *Geometrical Condition*
- ii. *Atmospherical Model*
- iii. *Target and Sensor Altitude*
- iv. *Spectral Condition*
- v. *Ground Reflectance*
- vi. *Signal*
- vii. Dan proses terakhir adalah *Result*

Dalam penelitian ini, koreksi dari efek atmosfer dilakukan dengan menggunakan parameter koreksi dari hasil simulasi menggunakan *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector*(6SV), dengan persamaan :

$$Y = (X_a L_\lambda) - X_b \quad (2.5)$$

$$arc = \frac{Y}{(1. + X_c Y)} \quad (2.6)$$

$$Rrs(\lambda) = \frac{arc}{\pi} \quad (2.7)$$

dimana, *acr* adalah *atmospheric correction reflectance*, L_{λ} adalah nilai radian *TOA*, $Rrs(\lambda)$ adalah reflektan permukaan, dan X_a , X_b , X_c adalah koefisien parameter koreksi atmosfer.

b. Koreksi Atmosfer Metode Flaash

Koreksi Atmosfer Flaash merupakan metode koreksi atmosfer yang parameter koreksi atmosfernya sudah tersedia dalam *software* pengolahan citra penginderaan jauh dan parameter lainnya yang di dapatkan dari informasi pada citra.

2.6.3. Masking

Masking citra merupakan teknik untuk memisahkan suatu objek tertentu dengan objek lain dengan berdasarkan pengelompokan nilai spektral pada data digital. Dalam penelitian ini, *masking* yang dilakukan adalah pemisahan antara daratan dan lautan.

2.7. Algoritma Chl-a

Chl-a yang terdeteksi oleh citra pada dasarnya merupakan pigmen yang terkandung dalam tubuh *fitoplankton* yang merupakan produsen primer di laut. Berikut algoritma yang digunakan untuk mengetahui nilai estimasi konsentrasi Chl-a di perairan menggunakan citra Landsat 8 :

- Jaelani, dkk (2015) telah mengembangkan algoritma Chl-a untuk Landsat 8 dengan mengikuti ide dari Luoheng Han (Han dan Jordan, 2005) yang diaplikasikan pada perairan danau di Sulawesi Selatan, yaitu :

$$\text{Log (Chl-a)} = -0,9889 \times \left(\frac{Rrs(\lambda_4)}{Rrs(\lambda_5)} \right) + 0,3619 \quad (2.8)$$

dimana,

$Rrs(\lambda)_4$ = *Reflectance Remote Sensing* pada band 4

$Rrs(\lambda)_5$ = *Reflectance Remote Sensing* pada band 5

2.8. Normalized Mean Absolute Error (NMAE)

Beberapa indikator uji kesesuaian yang umum diketahui seperti *Root Mean Square Error* (RMSE) ataupun *Mean Square Error* (MAE) tidak dapat digunakan untuk membandingkan MAT jika diterapkan pada daerah kajian yang berbeda, karena nilai MAT sangat tergantung pada kondisi lokal seperti ukuran matriks dan lainnya.

Untuk tujuan ini, disarankan menggunakan indikator uji statistik *NMAE* yang didefinisikan dalam Pers. 2.9.

$$NMAE (\%) = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{x_{\text{esti}} - x_{\text{meas}}}{x_{\text{meas}}} \right| \times 100 \quad (2.9)$$

Dimana:

NMAE = *Normalized Mean Absolute Error*

N = Jumlah data

X_{esti} = nilai hasil pengolahan

X_{meas} = nilai hasil pengukuran lapangan yang dianggap benar

2.9. Regresi Linier dan Korelasi

Analisis regresi linier sederhana adalah hubungan secara linear antara satu variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y). Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apakah positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan. Data yang digunakan biasanya berskala interval atau rasio. Rumus regresi linear sederhana sebagai berikut.

$$Y' = a + bX \quad (2.10)$$

Keterangan:

Y' = Variabel dependen (nilai yang diprediksikan)

X = Variabel independen

A = Konstanta (nilai Y' apabila $X = 0$)

B = Koefisien regresi

Analisis regresi berguna untuk mendapatkan hubungan fungsional antara dua variabel atau lebih. Selain itu analisis regresi berguna untuk mendapatkan pengaruh antar variabel prediktor terhadap variabel kriteriumnya atau meramalkan pengaruh variabel prediktor terhadap variabel kriteriumnya (Usman & Akbar, 2006).

Analisis regresi mempelajari hubungan yang diperoleh dinyatakan dalam persamaan matematika yang menyatakan hubungan fungsional antara variabel-variabel. Hubungan fungsional antara satu variabel prediktor dengan satu variabel kriterium disebut analisis regresi sederhana (tunggal), sedangkan hubungan fungsional yang lebih dari satu variabel disebut analisis regresi ganda.

2.10. Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini, beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penulis dalam pemilihan judul adalah sebagai berikut :

- a. Pemetaan Distribusi Spasial Konsentrasi Klorofil-A dengan Landsat 8 di Danau Matano dan Danau Towuti, Sulawesi Selatan

Pada penelitian ini, menggunakan data *in-situ* berupa konsentrasi Chl-a dan spektral (diresampling sesuai kanal Landsat 8) yang direkam di Danau Matano dan Danau Towuti, Sulawesi Selatan untuk membangun algoritma model yang menghubungkan antara reflektan dan Chl-a. Selanjutnya, data Landsat 8 yang telah terkoreksi dari efek atmosfer (*atmospherically corrected reflectance*) digunakan untuk memetakan distribusi

spasial Chl-a menggunakan algoritma model yang telah dibangun pada tahap sebelumnya (Jaelani dkk, 2015).

Algoritma model yang telah dibangun untuk memetakan distribusi konsentrasi Chl-a (Algoritma Jaelani, 2015) digunakan dalam penelitian penulis.

- b. Analisis Parameter Air Laut di Perairan Kabupaten Sumenep Untuk Pembuatan Peta Sebaran Potensi Ikan Pelagis

Pada penelitian ini, parameter air laut yang digunakan diantaranya seperti suhu permukaan laut (SPL), konsentrasi Chl-a, *Total Suspended Solid* (TSS), salinitas, dan pH. Dari analisis parameter air laut yang cocok untuk habitat ikan pelagis, didapatkan sebaran potensi ikan pelagis di perairan Sumenep yang cukup merata di seluruh wilayah perairan dengan didominasi di sekitar perairan Pulau Kangean dan Pulau Ra'as. Persebaran ikan pelagis pada bulan April-Juni lebih merata di seluruh perairan jika dibandingkan dengan persebaran pada bulan Oktober untuk tahun 2013-2015 (Arafah, 2015).

Pada penelitian Arafah (2015) digunakan data citra landsat 8 dengan metode koreksi atmosfer 6SV dan pembuatan model algoritma Chl-a yang dijadikan sebagai referensi dalam pengerjaan penelitian penulis.

- c. Validasi Algoritma Estimasi Total Suspended Solid dan Chl-a Pada Citra Satelit Aqua MODIS dan Terra MODIS dengan Data In-Situ (Studi Kasus : Laut Utara Pulau Jawa)

Dalam penelitian ini juga dihasilkan algoritma estimasi Chl-a dan TSS yang mana algoritma tersebut didapat dari pemodelan regresi nilai-nilai spektral melalui pengukuran nilai spektral pada Perairan Poteran. Algoritma estimasi Chl-a tersebut telah divalidasi terhadap data *in-situ* perairan Selat Madura dan menghasilkan nilai yang sangat dekat antara nilai

perhitungan algoritma dengan data in situ, dalam hal ini nilai RMSE antar data in situ dengan hasil perhitungan algoritma adalah 0,0269. Sementara untuk nilai *Relative Error* berkisar 23,077%. Namun untuk algoritma estimasi TSS masih belum mendapatkan hasil yang cukup memuaskan dikarenakan masih mengandung nilai korelasi yang sangat kecil (Karondia, 2015).

Pada penelitian Karondia (2015) digunakan data citra MODIS dalam pembuatan model algoritma Chl-a yang dijadikan sebagai referensi dalam pengerjaan penelitian penulis.

BAB III.

METODOLOGI PENELITIAN

3.1.Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil daerah studi di wilayah sekitar perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat yang terletak pada koordinat $8^{\circ} 54' 28,83''$ LS - $8^{\circ} 55' 3,18''$ LS dan $116^{\circ} 19' 18,74''$ BT - $116^{\circ} 19' 51,38''$ BT dengan garis pantai sepanjang 52,6 km dan zona UTM berada di zona 50S. Secara administratif, lokasi penelitian terletak di selatan Kabupaten Lombok Tengah dan terletak di selatan Kabupaten Lombok Timur yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian
(Sumber: Ina Geoportal, 2016)



Gambar 3.2 Lokasi penelitian di perairan selatan Pulau Lombok
(Sumber: Ina Geoportal, 2016)

3.2. Data dan Peralatan

3.2.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Data Citra Satelit Landsat 8 tahun 2014

Dalam hal ini data citra satelit Landsat 8 yang digunakan adalah data level 1T pada wilayah perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Data citra Landsat 8 ini didapatkan secara gratis pada <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Tabel 3.1. Daftar nama citra satelit Landsat 8 yang digunakan

(Sumber: <http://earthexplorer.usgs.gov/>)

Waktu Akuisisi	Nama Citra	Path	Row
19-Sept-14	LC81160662014262LGN00	116	66

b. Data Reflektan-Permukaan (*Surface Reflectance*)
Citra Satelit Landsat 8 produk USGS

Dalam hal ini data reflektan-permukaan (*Surface Reflectance*) citra satelit Landsat 8 pada wilayah penelitian di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat didapatkan atau dipesan secara gratis pada <http://earthexplorer.usgs.gov/> dimana data ini merupakan data citra Landsat 8 yang sudah terkoreksi efek atmosfer yang diproses oleh USGS.

Tabel 3.2. Daftar nama reflektan-permukaan citra satelit
Landsat 8 yang digunakan
(Sumber: <http://earthexplorer.usgs.gov/>)

Waktu Akuisisi	Nama Citra	Path	Row
19-Sept-14	LC81160662014262LGN00	116	66

c. Data spektral perairan dan data sampel perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat (data *in-situ*) dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dengan waktu pengambilan data tanggal 18-22 September 2014.

3.2.2. Peralatan

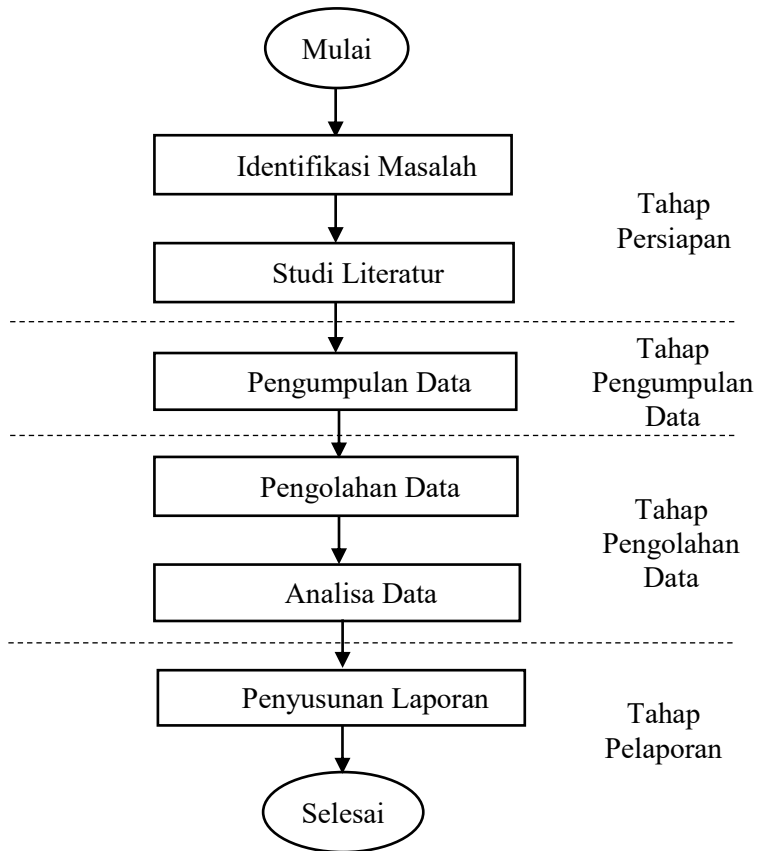
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Perangkat Lunak (*Software*)
 - i. Beam VISAT 5.0
 - ii. *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector* (6SV)
 - iii. ArcGIS 10.3
 - iv. Sentinel 3 Toolbox (ESA SNAP 3.0)

3.3. Metodologi Penelitian

3.3.1. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, ada beberapa tahapan umum yang dilakukan dan dijelaskan dalam Gambar 3.3. Penelitian ini terbagi dalam 4 tahap, dimana setiap tahap akan dijelaskan pada subbab–subbab berikutnya.



Gambar 3.3 Diagram Alir Umum Penelitian

Penjelasan:

a. Tahapan Persiapan

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah :

i. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah meliputi bagaimana cara dalam mengetahui distribusi konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 tahun 2014 dan data reflektan-permukaan (*surface reflectance*) Landsat 8 tahun 2014 dengan menganalisa metode koreksi atmosfer yang tepat untuk karakteristik perairan laut selatan Pulau Lombok serta penggunaan algoritma model Chl-a yang tepat pada perairan laut selatan Pulau Lombok.

ii. Studi Literatur

Pada proses ini dilakukan pengumpulan literatur yang dapat digunakan sebagai landasan teori dalam penelitian ini, melakukan pendalaman teori yang berkaitan dengan kasus penelitian ini, dan mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penginderaan jauh, Chl-a, spesifikasi citra satelit yang digunakan, koreksi atmosfer pada citra, kondisi wilayah perairan secara umum pada lokasi penelitian serta literatur lainnya yang mendukung dalam penelitian Tugas Akhir ini.

b. Tahap Pengumpulan Data

Dalam tahapan ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan, yaitu :

1. Data citra Landsat 8 yang diperoleh secara gratis dengan melakukan *download* manual pada <http://earthexplorer.usgs.gov/> dengan tanggal akuisisi 19 September 2014 pada *path/row*

116/66 untuk wilayah perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat.

2. Data reflektan-permukaan (*surface reflectance*) dapat diperoleh dengan melakukan *download* manual di <http://earthexplorer.usgs.gov/> yang sebelumnya telah dilakukan pemesanan data reflektan-permukaan citra Landsat 8 ke pihak USGS dengan waktu akuisisi 19 September 2014 pada *path/row* 116/66 untuk wilayah perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat.
3. Data spektral perairan dan data sampel perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB (*in-situ*) yang didapatkan dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang akan digunakan sebagai validasi.

c. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah :

i. Pengolahan Data

Pada tahapan ini terdapat 3 kegiatan yang akan dilakukan, antara lain :

1. Pengolahan data citra Landsat 8 dan data reflektan-permukaan (*surface reflectance*) Landsat 8 dengan menggunakan metode koreksi atmosfer 6SV dan Flaash dan menggunakan algoritma model Jaelani (2015) untuk perhitungan konsentrasi Chl-a.
2. Pengujian data *in-situ* terhadap data citra satelit.
3. Pembuatan algoritma model Chl-a baru untuk lokasi penelitian di perairan laut selatan Pulau Lombok.

Adapun penjelasan lebih lanjut akan dijelaskan di subbab 3.3.2.

ii. Analisa Data

Pada tahapan ini akan dilakukan analisa terhadap semua hasil akhir dari pengolahan data. Analisa ini mencakup analisa validasi hasil uji data sampel di lapangan (data *in-situ*) terhadap hasil perhitungan citra Landsat 8 dan reflektan-permukaan (*surface reflectance*) citra Landsat 8.

d. Tahap Akhir

Pada tahap ini dari hasil yang sudah ada yaitu peta distribusi estimasi konsentrasi Chl-a menggunakan citra Landsat 8 dan reflektan-permukaan (*surface reflectance*) citra Landsat 8 akan dianalisa bagaimana tingkat ke-valid-an data dan juga metode koreksi atmosfer mana yang lebih tepat untuk lokasi penelitian di perairan laut selatan Pulau Lombok, serta dilakukan pembuatan *paper* ilmiah dan juga laporan Tugas Akhir agar penelitian ini bisa mencapai manfaat yang sebagaimana mestinya dan dipublikasikan dengan baik, sesuai dengan kaidah ilmiah.

3.3.2. Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini dijelaskan dalam diagram alir pada Gambar 3.4. Dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik merupakan perbaikan akibat kesalahan pada sistem optik, kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari yang dapat terjadi saat pengambilan, pengiriman, dan perekaman data.

Kalibrasi radiometrik merupakan langkah awal yang harus dilakukan dalam mengolah data citra satelit yang dilakukan dengan cara mengkonversi nilai data

citra asli hasil unduhan yaitu dalam bentuk *Digital Number* (DN) menjadi nilai *Top Of Atmosphere* (TOA) *Radiance* (L_{TOA}) dengan persamaan :

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (3.1)$$

dimana,

L_{λ}	= <i>TOA spectral radiance</i>
M_L	= <i>Radiance Mult Band</i>
A_L	= <i>Radiance Add Band</i>
Q_{cal}	= Nilai Digital (DN) <i>Band</i>

Pada penelitian ini, data citra Landsat 8 Level 1T merupakan data citra mentah dan masih berformat DN maka dari itu data citra akan di proses dengan kalibrasi radiometrik dengan menggunakan parameter *Gain* dan *Offset* yang tersedia dalam metadata dengan hasil data dalam format radian (L).

b. Kalibrasi Nilai *Digital Number* (DN)

Data reflektan-permukaan Landsat 8 merupakan data citra yang sudah terkoreksi dari efek atmosfer yang di proses oleh USGS. Data ini selanjutnya dikalibrasi dengan membagi 10000 nilai DN nya.

c. Koreksi Atmosfer Metode *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector* (6SV)

Koreksi atmosfer merupakan koreksi yang dilakukan untuk menghapus efek atmosfer dari sinyal yang direkam oleh sensor. Koreksi atmosfer dilakukan dengan cara mengkonversi nilai Radian TOA (*Top Of Atmosphere*) (L_{TOA}) ke nilai Reflektan BOA (*Bottom Of Atmosphere*).

Koreksi atmosfer metode 6SV merupakan metode koreksi atmosfer yang dilakukan dengan mengakses website 6s.ltdri.org dimana diperlukan beberapa

parameter dalam pengolahannya. Hasil dari data citra Landsat 8 yang sudah terkoreksi dari efek atmosfer dengan metode 6SV ini selanjutnya disebut SR-6SV.

d. Koreksi Atmosfer Metode Flaash

Koreksi atmosfer Flaash merupakan metode koreksi atmosfer yang parameter koreksi atmosfernya sudah tersedia dalam *software* pengolahan citra penginderaan jauh dan parameter lainnya yang di dapatkan dari informasi pada citra. Selanjutnya hasil dari data citra Landsat 8 yang sudah terkoreksi dari efek atmosfer dengan metode Flaash ini selanjutnya disebut SR-Flaash.

e. Perhitungan Algoritma Chl-a

Perhitungan algoritma Chl-a sendiri menggunakan algoritma yang telah diteliti dan dikembangkan oleh L.M. Jaelani, dkk yaitu Algoritma Chl-a Jaelani, dkk (2015) yang kemudian hasilnya akan dikorelasikan terhadap uji data *in-situ*.

f. Pemisahan Daratan dan Lautan.

Pemisahan daratan dan lautan dimaksudkan untuk memisahkan antara region daratan dan lautan. Dimana dalam penelitian ini, terfokuskan pada wilayah lautan.

g. Uji *NMAE*

Uji *Normalized Mean Absolute Error (NMAE)* diperlukan saat validasi. Apabila dalam validasi, di dapatkan nilai *NMAE* memiliki error data $\leq 30\%$ maka data tersebut dapat digunakan untuk mengekstrak atau mewakili data kualitas air dari penginderaan jauh.

h. Pembuatan Algoritma Chl-a

Dalam pembuatan algoritma Chl-a baru digunakan data *in-situ* berupa data spektral, dalam hal ini data di dapatkan dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa

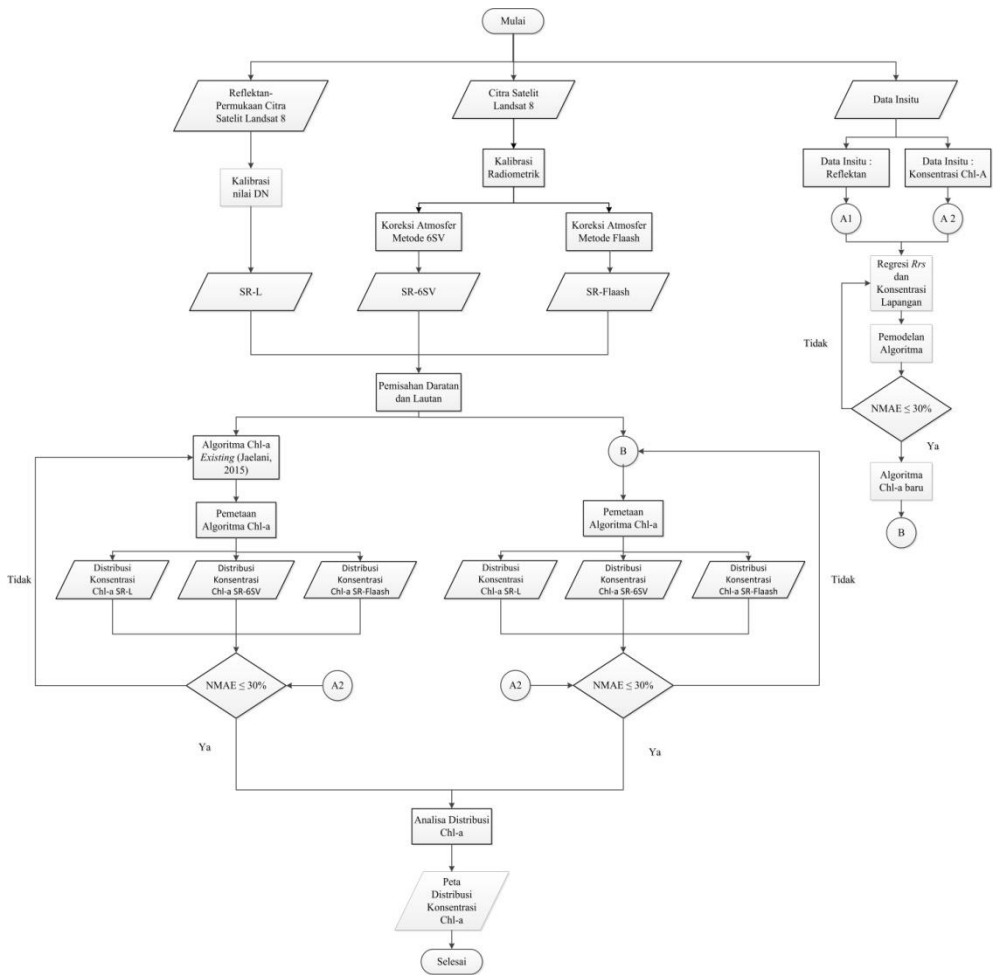
Nasional (LAPAN) yang selanjutnya dihitung nilai regresi antara data $Rrs(\lambda)$ estimasi dan data $Rrs(\lambda)_{in-situ}$ dari perbandingan kanal-kanal Landsat 8 kemudian dipilih nilai regresi terbaik yaitu regresi yang mendekati nilai 1.

i. Data *In-situ*

Data *In-situ* yang diambil di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat didapatkan dari LAPAN. Dimana data *in-situ* terdiri dari data konsentrasi Chl-a dan data $Rrs(\lambda)_{in-situ}$.

j. Analisa Distribusi Chl-a

Analisa dilakukan untuk mengetahui persebaran distribusi Chl-a pada perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB dan juga untuk mengetahui metode koreksi atmosfer yang tepat pada perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB. Sehingga nantinya akan menghasilkan Peta Persebaran Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB.



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bagian ini akan dibahas tentang hasil-hasil dari proses-proses yang sudah dilakukan beserta dengan analisa terhadap hasil-hasil tersebut.

4.1. Data

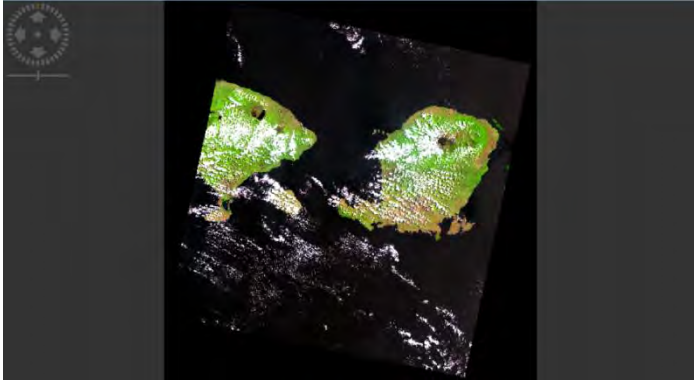
4.1.1. Citra Landsat 8

Data Landsat 8 yang dimaksud dalam penelitian ini adalah data citra Landsat 8 Level 1 dimana data citra masih mentah dan berformat *Digital Number* (DN). Data citra Landsat 8 yang digunakan adalah data yang direkam pada tanggal 19 September 2014 (*path/row* 116/66 pada zona 50S) yang disesuaikan dengan waktu pengambilan data spektral perairan dan data sampel perairan di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Data Landsat 8 didapatkan secara gratis pada <http://earthexplorer.usgs.gov/> atau <http://espa.cr.usgs.gov/>.

4.1.2. Reflektan-Permukaan Landsat 8

Data citra selanjutnya yang digunakan dalam penelitian ini adalah data reflektan-permukaan (*surface reflectance*) Landsat 8 yang dapat dipesan secara gratis pada <http://earthexplorer.usgs.gov/> atau <http://espa.cr.usgs.gov/>. Data citra ini merupakan data citra yang sudah terkoreksi dari efek atmosfer yang diolah oleh USGS dengan menggunakan perangkat lunak *Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System* (LEDAPS) yang secara khusus dibuat oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dengan menggunakan algoritma internal yang berbasis algoritma 6SV. Data reflektan-permukaan Landsat 8 yang digunakan adalah data yang direkam pada tanggal 19 September 2014 dengan *path/row*

116/66 pada zona 50S yang disesuaikan dengan waktu pengambilan data *in-situ*. Data reflektan-permukaan ini selanjutnya dikalibrasi dengan membagi 10000 nilai *Digital Number* (DN) nya.

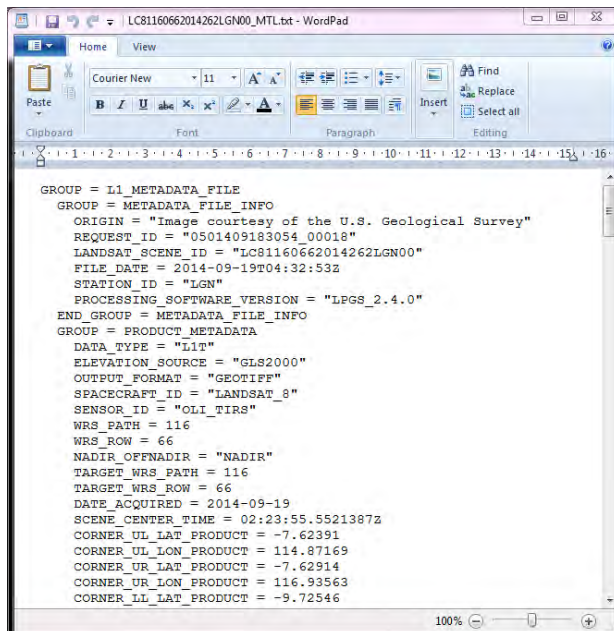


Gambar 4.1 Reflektan-permukaan Landsat 8 dalam format Reflektan BOA (RGB 654)

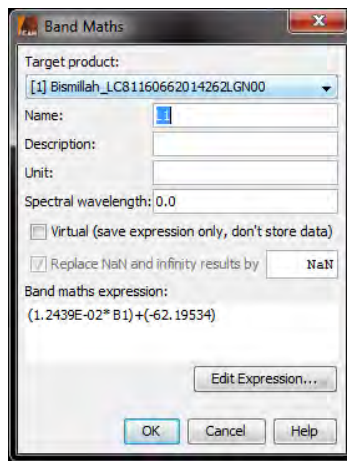
4.2. Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik merupakan perbaikan akibat kesalahan pada sistem optik, kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari yang dapat terjadi saat pengambilan, pengiriman, dan perekaman data.

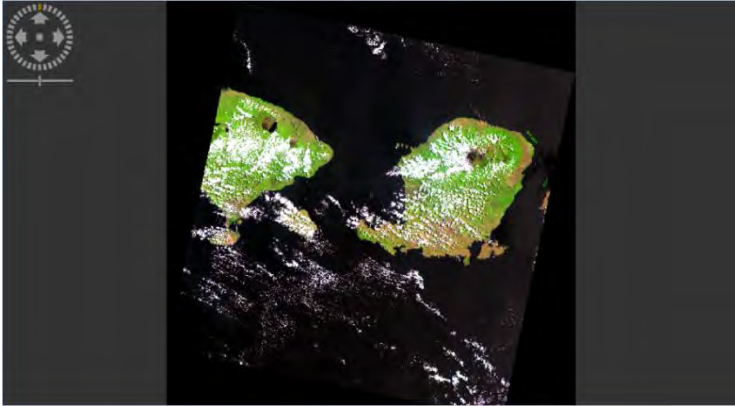
Pada data citra Landsat 8 Level 1 akan di proses kalibrasi radiometrik dengan menggunakan parameter *Gain* dan *Offset* (Pers. 2.1) yang tersedia dalam metadata citra dengan hasil data dalam format radian (L).



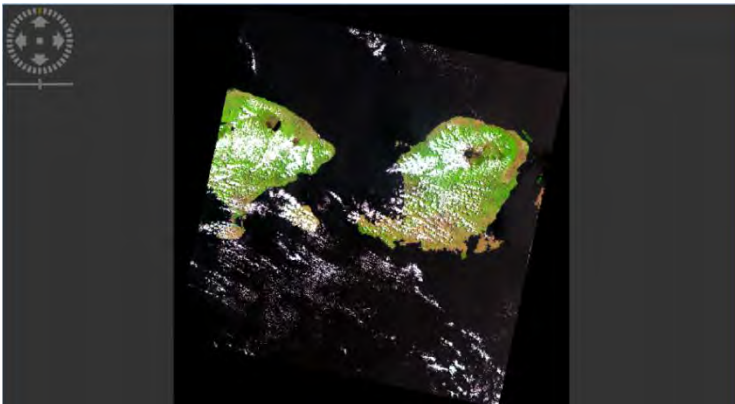
Gambar 4.2 Metadata citra Landsat 8

Gambar 4.3 Proses *input* kalibrasi radiometrik

Dari Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 terlihat perbedaan antara citra yang belum terkalibrasi radiometrik dan citra yang sudah terkalibrasi radiometrik.

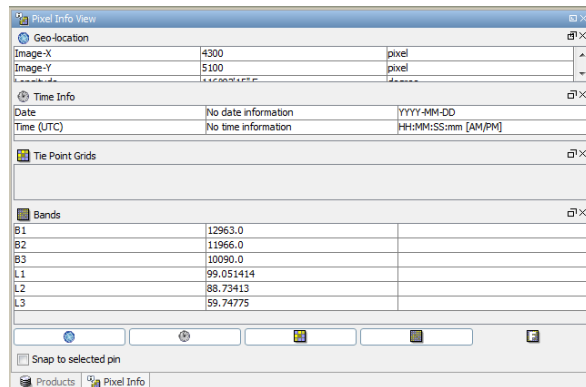


Gambar 4.4 Citra Landsat 8 yang belum terkalibrasi radiometrik (RGB 654)



Gambar 4.5 Citra Landsat 8 yang sudah terkalibrasi radiometrik (RGB 654)

Berdasarkan Gambar 4.6, terlihat bahwa nilai *pixel* citra Landsat 8 saat belum di kalibrasi radiometrik atau yang masih berformat *Digital Number* (DN) memiliki rentang nilai yang besar yaitu berkisar puluhan ribu. Sedangkan nilai *pixel* citra setelah di kalibrasi radiometrik yaitu dalam format radian (L) memiliki nilai yang lebih kecil dibanding dengan DN yang berada dalam rentang puluhan.



Gambar 4.6 Nilai *pixel* citra Landsat 8

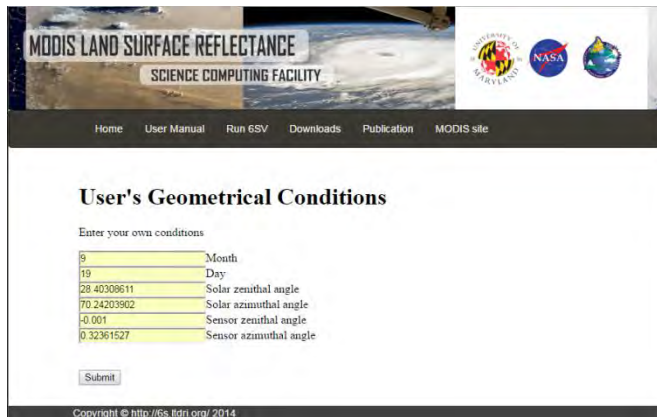
4.3. Koreksi Atmosfer

Koreksi Atmosfer dilakukan untuk mendapatkan nilai reflektan badan air juga untuk mengurangi efek *rayleigh scattering* dan efek *aerosol scattering*. *Rayleigh scattering* adalah efek hamburan yang disebabkan oleh molekul di atmosfer yang didominasi oleh kandungan nitrogen. Sementara *aerosol scattering* adalah efek hamburan yang diterima oleh sensor dan disebabkan oleh partikel.

Data citra Landsat 8 yang sudah dikalibrasi radiometrik, selanjutnya akan dikoreksi atmosfer untuk menghilangkan efek atmosfer pada citra. Dalam penelitian ini, akan digunakan dua metode koreksi atmosfer dengan menggunakan perangkat lunak pengolah citra.

a. Koreksi Atmosfer Metode *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector* (6SV)

Koreksi Atmosfer metode 6SV merupakan metode koreksi atmosfer yang dilakukan dengan mengakses website <http://6s.ltdri.org/> dimana diperlukan beberapa parameter dalam pengolahannya.



The screenshot shows the 'MODIS LAND SURFACE REFLECTANCE SCIENCE COMPUTING FACILITY' website. The main heading is 'User's Geometrical Conditions'. Below it, a form titled 'Enter your own conditions' contains several input fields with labels to their right:

- 9 Mouth
- 19 Day
- 28.40309611 Solar zenithal angle
- 70.24203902 Solar azimuthal angle
- 0.001 Sensor zenithal angle
- 0.32361527 Sensor azimuthal angle

At the bottom of the form is a 'Submit' button. The footer of the page reads 'Copyright © http://6s.ltdri.org/ 2014'.

Gambar 4.7 Proses *input* parameter koreksi atmosfer 6SV

Parameter koreksi atmosfer 6SV ini dilakukan per kanal dengan parameter koreksi sebagai berikut :

$$Y = (X_a L_\lambda) - X_b \quad (4.1)$$

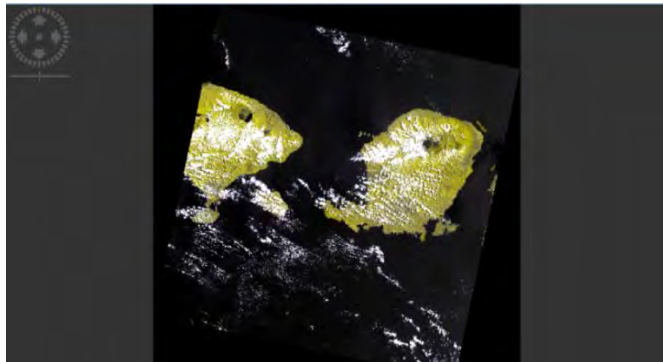
$$\text{arc}(\lambda) = \frac{Y}{(1. + X_c Y)} \quad (4.2)$$

Dimana, $\text{arc}(\lambda)$ adalah reflektan yang sudah terkoreksi dari efek atmosfer dan L_λ adalah nilai radian TOA.

Tabel 4.1. Parameter Koreksi Atmosfer 6SV

Kanal	X_a	X_b	X_c
Kanal 1	0,00278	0,19026	0,24680
Kanal 2	0,00248	0,14204	0,21420
Kanal 3	0,00255	0,09113	0,17026
Kanal 4	0,00283	0,06534	0,14291
Kanal 5	0,00417	0,04408	0,11508

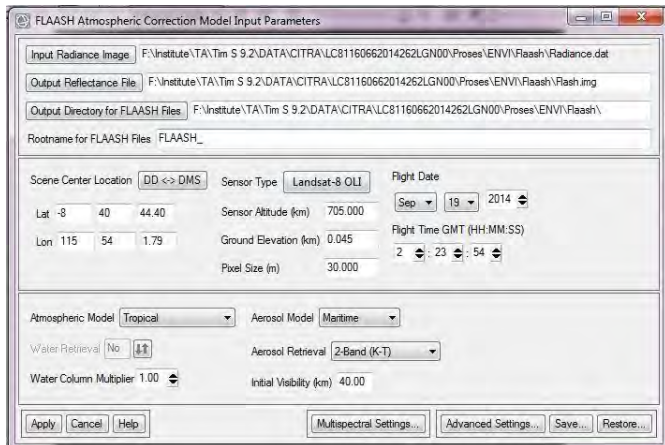
Dalam koreksi atmosfer 6SV ini, dalam mendefinisikan konsentrasi aerosol digunakan parameter meteorologi berupa *horizontal visibility* (pada penelitian ini, digunakan *visibility* sebesar 7,91 km). Adapun *aerosol optical thickness* atau ketebalan optis aerosol pada 550 nm dihitung berdasarkan profil aerosol daerah penelitian yaitu *maritime model*. Setelah didapatkan parameter koreksi seperti pada Tabel 4.1, maka parameter tersebut akan di masukkan dalam citra sehingga data citra akan menghasilkan format Reflektan BOA (*Bottom Of Atmosphere*). Hasil dari koreksi atmosfer dengan metode 6SV selanjutnya disebut SR-6SV.



Gambar 4.8 Citra Landsat 8 yang sudah dikoreksi atmosfer 6SV

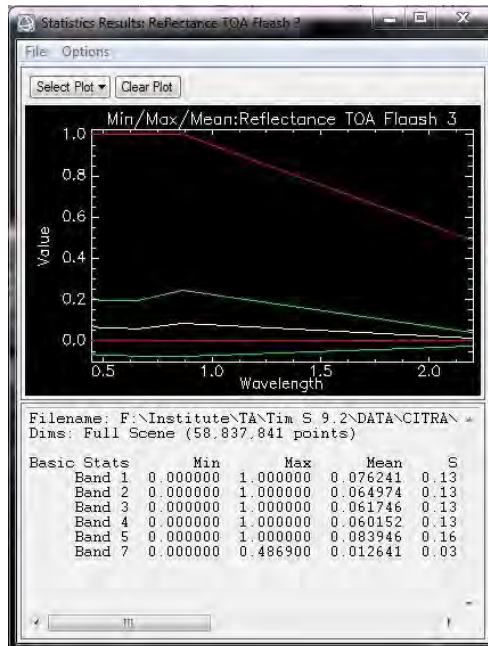
b. Koreksi Atmosfer Metode Flaash

Koreksi atmosfer metode Flaash dilakukan dengan algoritma internal yang terdapat dalam *software* pengolahan citra penginderaan jauh. Dimana informasi dari parameter tersebut bisa dilihat melalui metadata citra. Prinsip utama dari koreksi atmosfer metode Flaash ini tidak jauh berbeda dengan metode 6SV, yaitu dengan memasukkan beberapa parameter mengenai tanggal akuisisi citra, model atmosfer, model aerosol, dan *visibility* pada daerah penelitian.



Gambar 4.9 Proses *input* parameter koreksi atmosfer Flaash

Selanjutnya adalah menghitung nilai statistik dari citra untuk mengetahui nilai minimal dan maksimal dari *pixel* pada citra Landsat 8. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah sudah benar proses koreksi atmosfer Flaash yang dilakukan sehingga akan menghasilkan citra dengan format nilai *pixel* dalam Reflektan BOA (*Bottom Of Atmosphere*) yang mempunyai rentang nilai 0-1.



Gambar 4.10 Nilai *pixel* citra yang sudah terkoreksi atmosfer Flaash

Koreksi atmosfer Flaash ini dilakukan secara langsung atau bersamaan pada semua kanal. Selanjutnya hasil dari koreksi atmosfer dengan metode Flaash ini disebut SR-Flaash.



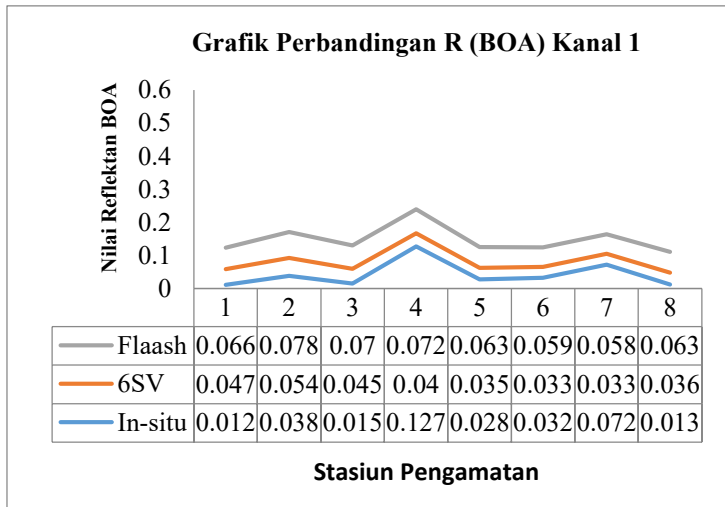
Gambar 4.11 Citra Landsat 8 yang sudah dikoreksi atmosfer Flaash

Berikut ini hasil dari nilai reflektan pada Landsat 8 yang sudah terkoreksi atmosfer 6SV (SR-6SV) dan Flaash (SR-Flaash) atau disebut reflektan BOA pada kanal 1 hingga kanal 5 pada setiap titik sebanyak 8 titik sesuai dengan data reflektan *in-situ*.

Tabel 4.2. Koordinat reflektan *in-situ*

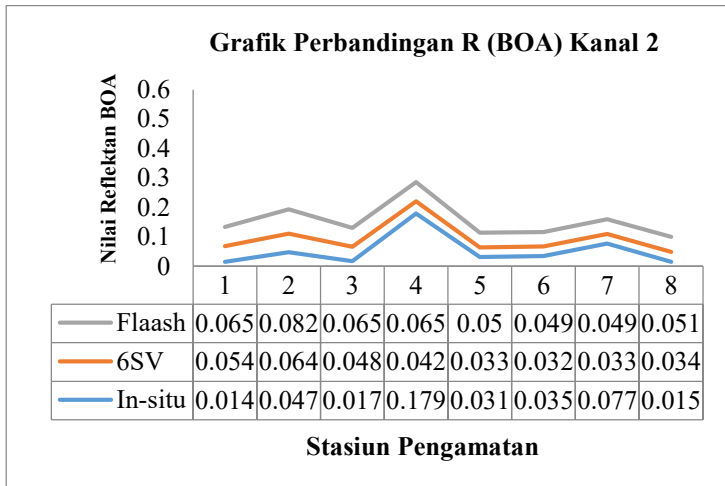
No	Stasiun	Koordinat	
		Bujur	Lintang
1	St. 2A	116°19'41,4"	08°54'55,1"
2	St. 3A	116°19'34,4"	08°54'38"
3	St. 4A	116°24'46,4"	08°51'1,3"
4	St. 6A	116°25'22,3"	08°50'46,8 "
5	St. 7A	116°25'42,1"	08°51'0,8"
6	St. 8A	116°25'58,2"	08°51'22,4"
7	St. 9A	116°26'2,3"	08°51'36,3"
8	St. 10A	116°25'12,7"	08°53'13,8"

Grafik nilai reflektan BOA pada kanal 1 dari 8 stasiun pengamatan pada Gambar 4.12 menunjukkan bahwa data reflektan BOA 6SV dan reflektan BOA Flaash mempunyai nilai diatas reflektan BOA *in-situ*. Dengan nilai reflektan BOA 6SV mempunyai nilai mendekati nilai reflektan BOA *in-situ* dibandingkan dengan nilai reflektan BOA Flaash. Nilai reflektan BOA 6SV pada stasiun St.8A mempunyai kesamaan dengan nilai reflektan BOA *in-situ* yaitu sebesar 0,03 dan nilai reflektan BOA 6SV mempunyai nilai terjauh dengan data *in-situ* pada stasiun St.6A dengan perbedaan sebesar 0,08. Untuk nilai reflektan BOA Flaash, mempunyai nilai yang mendekati data *in-situ* yaitu pada stasiun St. 8A dan St. 9A dengan perbedaan nilai reflektan BOA sebesar 0,02 dan nilai reflektan BOA Flaash yang terjauh dengan data *in-situ* ada pada stasiun St. 4A dengan perbedaan nilai sebesar 0,04.



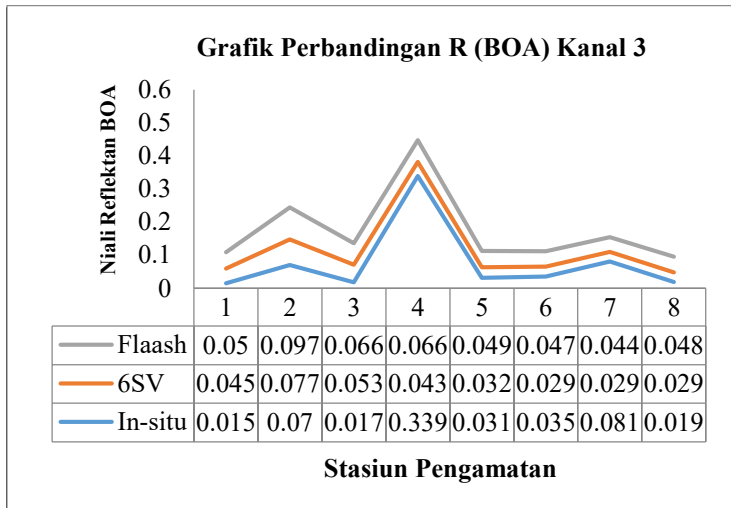
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Reflektan (BOA) 6SV dan Reflektan (BOA) Flaash pada kanal 1 terhadap reflektan *in-situ*

Grafik nilai reflektan BOA pada kanal 2 dari 8 stasiun pengamatan pada Gambar 4.13 menunjukkan bahwa data reflektan BOA 6SV dan reflektan BOA Flaash mempunyai nilai diatas reflektan BOA *in-situ*. Dengan nilai reflektan BOA 6SV mempunyai nilai mendekati nilai reflektan BOA *in-situ* dibandingkan dengan nilai reflektan BOA Flaash. Nilai reflektan BOA 6SV pada stasiun St.7A dan St. 8A mempunyai kesamaan dengan nilai reflektan BOA *in-situ* yaitu sebesar 0,03 dan nilai reflektan BOA 6SV mempunyai nilai terjauh dengan data *in-situ* pada stasiun St.5A dengan perbedaan sebesar 0,13. Untuk nilai reflektan BOA Flaash, mempunyai nilai yang mendekati data *in-situ* yaitu pada stasiun St. 8A dengan perbedaan nilai reflektan BOA sebesar 0,01 dan nilai reflektan BOA Flaash yang terjauh dengan data *in-situ* ada pada stasiun St.6A dengan perbedaan nilai sebesar 0,11.



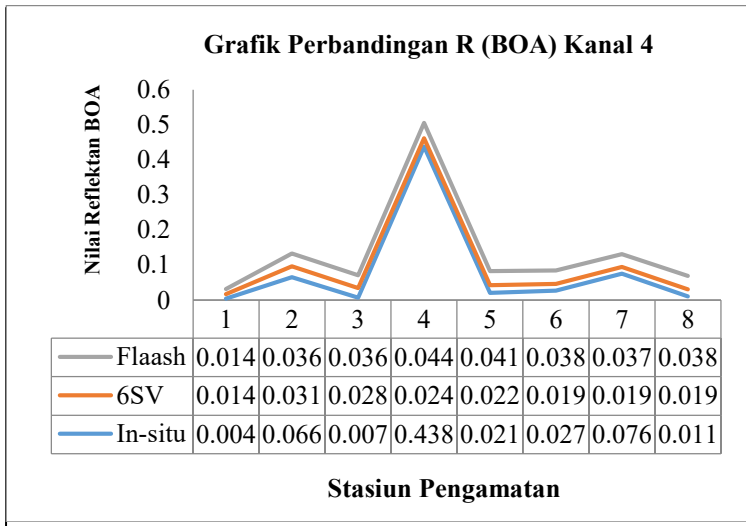
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Reflektan (BOA) 6SV dan Reflektan (BOA) Flaash pada kanal 2 terhadap reflektan *in-situ*

Grafik nilai reflektan BOA pada kanal 3 dari 8 stasiun pengamatan pada Gambar 4.14 menunjukkan bahwa data reflektan BOA 6SV dan reflektan BOA Flaash mempunyai nilai diatas reflektan BOA *in-situ*. Dengan nilai reflektan BOA 6SV mempunyai nilai mendekati nilai reflektan BOA *in-situ* dibandingkan dengan nilai reflektan BOA Flaash. Nilai reflektan BOA 6SV pada stasiun St. 8A mempunyai kesamaan dengan nilai reflektan BOA *in-situ* yaitu sebesar 0,03 dan nilai reflektan BOA 6SV mempunyai nilai terjauh dengan data *in-situ* pada stasiun St.6A dengan perbedaan sebesar 0,31. Untuk nilai reflektan BOA Flaash, mempunyai nilai yang mendekati data *in-situ* yaitu pada stasiun St. 7A dan St. 8A dengan perbedaan nilai reflektan BOA sebesar 0,01 dan nilai reflektan BOA Flaash yang terjauh dengan data *in-situ* ada pada stasiun St.6A dengan perbedaan nilai sebesar 0,27.



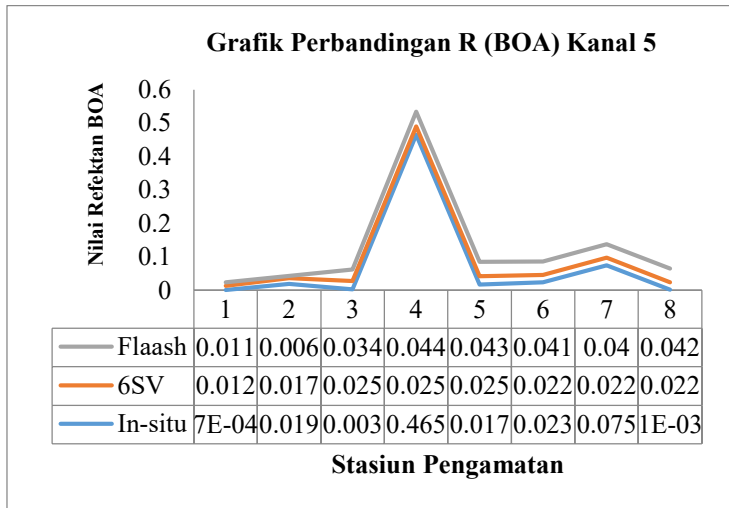
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Reflektan (BOA) 6SV dan Reflektan (BOA) Flaash pada kanal 3 terhadap reflektan *in-situ*

Grafik nilai reflektan BOA pada kanal 4 dari 8 stasiun pengamatan pada Gambar 4.15 menunjukkan bahwa data reflektan BOA 6SV dan reflektan BOA Flaash mempunyai nilai diatas reflektan BOA *in-situ*. Dengan nilai reflektan BOA 6SV mempunyai nilai mendekati nilai reflektan BOA *in-situ* dibandingkan dengan nilai reflektan BOA Flaash. Nilai reflektan BOA 6SV pada stasiun St. 10A mempunyai kesamaan dengan nilai reflektan BOA *in-situ* yaitu sebesar 0,01 serta pada stasiun St. 7A sebesar 0,02, sedangkan nilai reflektan BOA 6SV mempunyai nilai terjauh dengan data *in-situ* pada stasiun St.6A dengan perbedaan sebesar 0,41. Untuk nilai reflektan BOA Flaash, mempunyai nilai yang mendekati data *in-situ* yaitu pada stasiun St. 8A dengan perbedaan nilai reflektan BOA sebesar 0,01 dan nilai reflektan BOA Flaash yang terjauh dengan data *in-situ* ada pada stasiun St.6A dengan perbedaan nilai sebesar 0,39.



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Reflektan (BOA) 6SV dan Reflektan (BOA) Flaash pada kanal 4 terhadap reflektan *in-situ*

Grafik nilai reflektan BOA pada kanal 5 dari 8 stasiun pengamatan pada Gambar 4.16 menunjukkan bahwa data reflektan BOA 6SV dan reflektan BOA Flaash mempunyai nilai diatas reflektan BOA *in-situ*. Dengan nilai reflektan BOA 6SV mempunyai nilai mendekati nilai reflektan BOA *in-situ* dibandingkan dengan nilai reflektan BOA Flaash. Nilai reflektan BOA 6SV pada stasiun St. 3A mempunyai kesamaan dengan nilai reflektan BOA *in-situ* yaitu sebesar 0,01 serta pada stasiun St. 8A sebesar 0,02, sedangkan nilai reflektan BOA 6SV mempunyai nilai terjauh dengan data *in-situ* pada stasiun St.6A dengan perbedaan sebesar 0,44. Untuk nilai reflektan BOA Flaash, mempunyai nilai yang mendekati data *in-situ* yaitu pada stasiun St. 3A dengan perbedaan nilai reflektan BOA sebesar 0,01 dan nilai reflektan BOA Flaash yang terjauh dengan data *in-situ* ada pada stasiun St.6A dengan perbedaan nilai sebesar 0,42.



Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Reflektan (BOA) 6SV dan Reflektan (BOA) Flaash pada kanal 5 terhadap reflektan *in-situ*

Berdasarkan Gambar 4.12 hingga Gambar 4.16 menunjukkan adanya perbedaan nilai antara reflektan BOA 6SV dan reflektan BOA Flaash. Reflektan BOA Flaash secara keseluruhan pada kanal 1 hingga kanal 7 menghasilkan data diatas reflektan BOA 6SV. Hal tersebut dapat ditinjau karena adanya perbedaan algoritma internal saat pemrosesan metode koreksi atmosfer yang dilakukan. Selain itu, faktor algoritma koreksi atmosfer yang tidak sensitif terhadap aerosol.

4.4. Penerapan Algoritma Chl-a dan Pemisahan Region Daratan dan Laut

Perhitungan algoritma Chl-a menggunakan perangkat lunak Beam VISAT 5.0 dan ESA SNAP 3.0. pada penelitian ini digunakan algoritma Chl-a Jaelani (2015) dengan algoritma sebagai berikut :

$$\text{Log (Chl-a)} = -0,9889 \times \left(\frac{Rrs(\lambda_{44})}{Rrs(\lambda_{55})} \right) + 0,3619 \quad (4.3)$$

Untuk mendapatkan nilai reflektan yang sama dengan reflektan *in-situ*, maka reflektan yang telah terkoreksi dari efek atmosfer, baik SR-6SV, SR-Flaash, dan SR-L akan dibagi dengan π untuk mendapatkan $Rrs(\lambda)$ (satuan sr^{-1}). Langkah selanjutnya digunakan algoritma Chl-a Jaelani (2015) untuk mengetahui nilai konsentrasi Chl-a estimasi pada masing-masing data $Rrs(\lambda)$ estimasi baik dari $Rrs(\lambda)$ -6SV, $Rrs(\lambda)$ -Flaash, dan $Rrs(\lambda)$ -L.

Kemudian langkah berikutnya adalah pemisahan *region* daratan dan laut karena persebaran Chl-a yang diamati pada lokasi penelitian tidak nampak di daratan dan hanya berada diperairan. Pemisahan *region* daratan dan laut ini menggunakan rumus NDWI (*Normalized Difference Wetness Index*) dengan rumus sebagai berikut.

$$NDWI = \frac{(Rrs(\lambda_3) - Rrs(\lambda_5))}{(Rrs(\lambda_3) + Rrs(\lambda_5))} \quad (4.4)$$

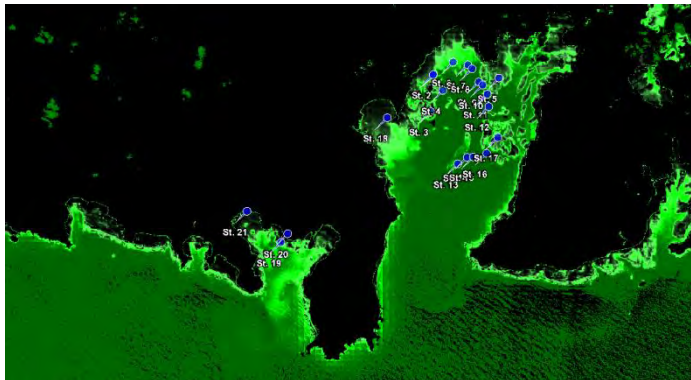
Selanjutnya pada citra, wilayah darat akan bernilai 0 dan wilayah laut akan bernilai lebih dari 0 dengan memasukkan Pers. 4.5 pada pemrosesan citra.

$$NDWI > 0 ? \text{'Konsentrasi_Chl-A'} : 0 \quad (4.5)$$

Untuk mengekstraksi nilai Chl-a pada setiap titik sampel digunakan pengeplotan pin. Berikut ini penerapan algoritma Chl-a :

- a. Penerapan Algoritma Chl-a pada Citra Landsat 8 dengan Koreksi Atmosfer Metode *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector* (6SV)

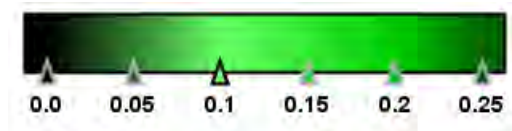
Berikut ini adalah visualisasi hasil dari penerapan algoritma Chl-a Jaelani pada citra Landsat 8 dengan menggunakan Koreksi Atmosfer 6SV.



Gambar 4.17 Tampilan citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani menggunakan koreksi atmosfer 6SV

Pada Gambar 4.17 menunjukkan bahwa warna hitam merupakan daratan. Untuk rentang nilai Chl-a pada Gambar 4.17 bergantung pada warna hijau. Warna hijau

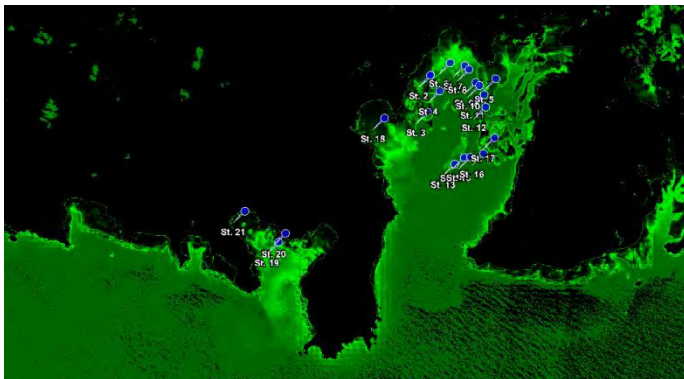
tua menandakan nilai Chl-a yang tinggi. Sementara untuk nilai Chl-a yang rendah adalah warna hijau muda seperti yang ditunjukkan pada legenda warna pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Legenda warna konsentrasi Chl-a citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani menggunakan koreksi atmosfer 6SV

b. Penerapan Algoritma Chl-a pada Citra Landsat 8 dengan Koreksi Atmosfer Metode Flaash

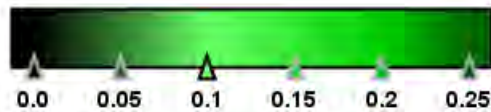
Berikut ini adalah visualisasi hasil dari penerapan algoritma Chl-a Jaelani pada citra Landsat 8 dengan menggunakan Koreksi Atmosfer Flaash.



Gambar 4.19 Tampilan citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani menggunakan koreksi atmosfer Flaash

Pada Gambar 4.19 menunjukkan bahwa warna hitam merupakan daratan. Untuk rentang nilai Chl-a pada Gambar 4.19 bergantung pada warna hijau. Warna hijau

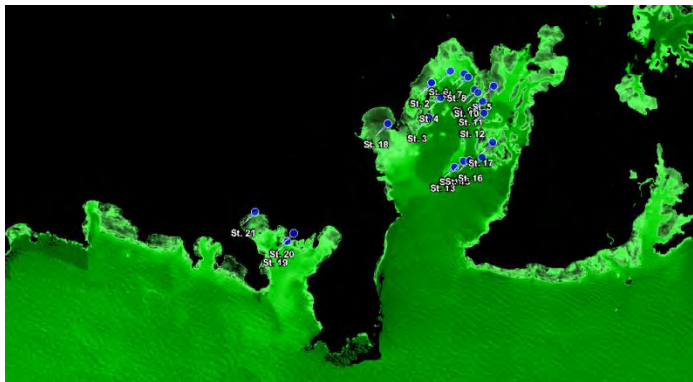
tua menandakan nilai Chl-a yang tinggi. Sementara untuk nilai Chl-a yang rendah adalah warna hijau muda seperti yang ditunjukkan pada legenda warna pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Legenda warna konsentrasi Chl-a citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani menggunakan koreksi atmosfer Flaash

c. Penerapan Algoritma Chl-a pada Reflektan-Permukaan Citra Landsat 8

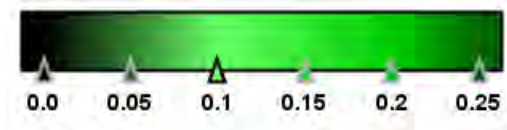
Berikut ini adalah visualisasi hasil dari penerapan algoritma Chl-a Jaelani pada data reflektan-permukaan Landsat 8.



Gambar 4.21 Tampilan reflektan-permukaan citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani

Pada Gambar 4.21 menunjukkan bahwa warna hitam merupakan daratan. Untuk rentang nilai Chl-a pada Gambar 4.21 bergantung pada warna hijau. Warna hijau

tua menandakan nilai Chl-a yang tinggi. Sementara untuk nilai Chl-a yang rendah adalah warna hijau muda seperti yang ditunjukkan pada legenda warna pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Legenda warna konsentrasi Chl-a reflektan-permukaan citra Landsat 8 pada Algoritma Chl-a Jaelani

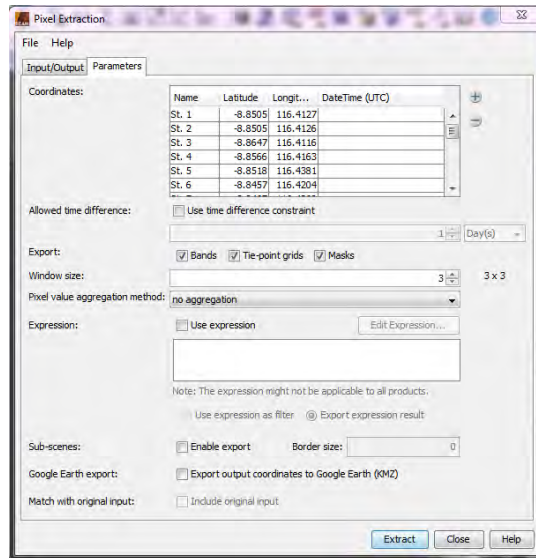
4.5. Validasi Remote Sensing Reflectance ($R_{rs}(2)$) Landsat 8

Data *in-situ* yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada perairan selatan Pulau Lombok, NTB yang diambil pada tanggal 18-22 September 2014 yang meliputi data kualitas perairan yang berupa konsentrasi Chl-a dan data reflektan. Pengukuran dilakukan dengan mengambil data sampel Chl-a pada 29 titik dan pengambilan data reflektan pada 8 titik. Data reflektan yang direkam adalah reflektan kanal 1 hingga kanal 5, seperti pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

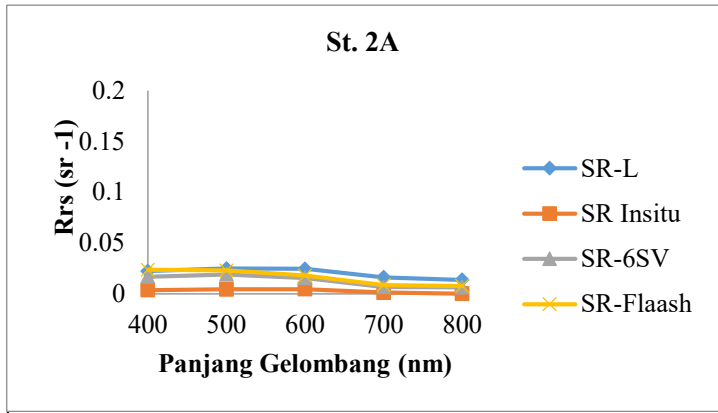
Tabel 4.3. Data reflektan *in-situ*

Stasiun	<i>Rrs(λ) In-situ</i>				
	<i>Rrs(λ)</i> 1	<i>Rrs(λ)</i> 2	<i>Rrs(λ)</i> 3	<i>Rrs(λ)</i> 4	<i>Rrs(λ)</i> 5
St. 2A	0,00368	0,00450	0,00464	0,00126	0,00024
St. 3A	0,01214	0,01489	0,02228	0,02088	0,00597
St. 4A	0,00477	0,00550	0,00554	0,00214	0,00086
St. 6A	0,04045	0,05686	0,10786	0,13927	0,14816
St. 7A	0,00888	0,00978	0,00983	0,00657	0,00534
St. 8A	0,01025	0,01103	0,01127	0,00872	0,00745
St. 9A	0,02296	0,02450	0,02577	0,02407	0,02374
St. 10A	0,00406	0,00463	0,00594	0,00346	0,00031

Untuk memvalidasi nilai $Rrs(\lambda)$ yang sudah terkoreksi dari efek atmosfer baik dengan metode 6SV ($Rrs(\lambda)$ -6SV), Flaash ($Rrs(\lambda)$ -Flaash), dan produk reflektan-permukaan dari USGS ($Rrs(\lambda)$ -L), dilakukan dengan mencari rata-rata nilai *pixel* dengan ukuran 3x3 berdasarkan pada pin 8 titik yang nantinya dibandingkan dengan nilai $Rrs(\lambda)$ dari pengukuran *in-situ*. Hal ini dilakukan untuk menghindari kemungkinan adanya kesalahan dalam koreksi geometrik dan dinamika badan air, serta kesalahan akibat variabilitas spasial (Han dan Jordan, 2005).

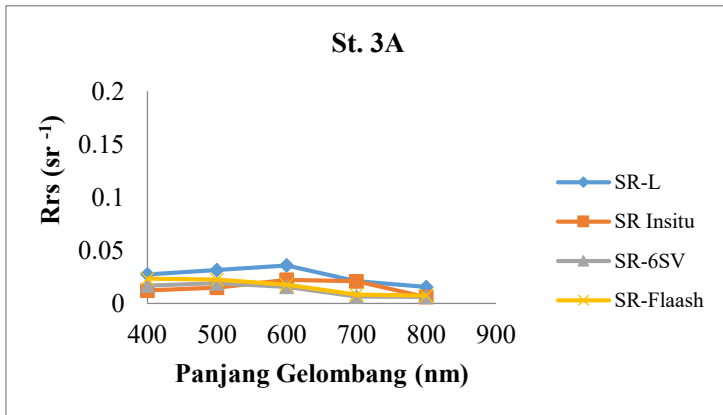
Gambar 4.23 Ekstraksi nilai *pixel*

Data reflektan *in-situ* terdiri dari panjang gelombang mulai dari 319 nm hingga 953 nm yang artinya data $Rrs(\lambda)$ *in-situ* hanya dapat digunakan untuk kanal 1 hingga kanal 5. Ketiga produk $Rrs(\lambda)$ estimasi ($Rrs(\lambda)$ -6SV, $Rrs(\lambda)$ -Flaash, $Rrs(\lambda)$ -L) menghasilkan data diatas data $Rrs(\lambda)$ *in-situ* kecuali pada titik St. 6A dan St. 9A dimana $Rrs(\lambda)$ estimasi menghasilkan data dibawah $Rrs(\lambda)$ *in-situ*. Selain itu, bentuk spektral antara $Rrs(\lambda)$ estimasi dan $Rrs(\lambda)$ *in-situ* memiliki perbedaan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.24 hingga Gambar 4.31.



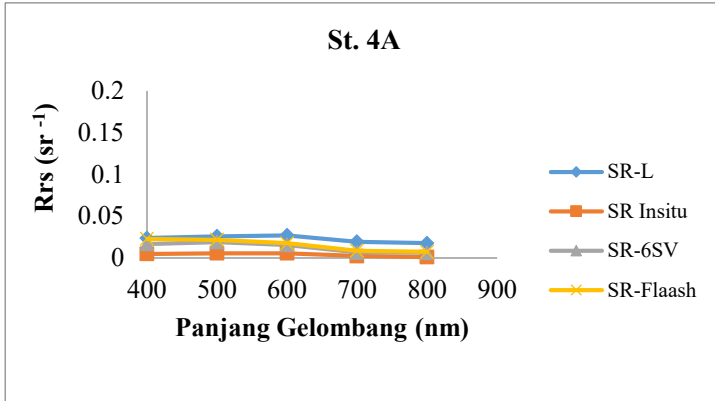
Gambar 4.24 Perbandingan $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi pada stasiun 2A

Grafik nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* pada stasiun St. 2A pada Gambar 4.24 menunjukkan bahwa $Rrs(\lambda)$ estimasi mempunyai nilai diatas $Rrs(\lambda)$ *in-situ*. Dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -6SV mempunyai nilai mendekati nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dibandingkan dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -Flaash dan nilai $Rrs(\lambda)$ -L.



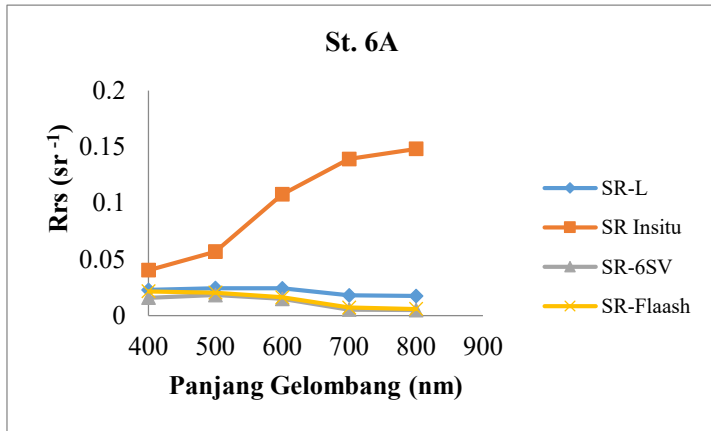
Gambar 4.25 Perbandingan $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi pada stasiun 3A

Grafik nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* pada stasiun St. 3A pada Gambar 4.25 menunjukkan bahwa $Rrs(\lambda)$ estimasi mempunyai nilai diatas $Rrs(\lambda)$ *in-situ*. Dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -6SV mempunyai nilai mendekati nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dibandingkan dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -Flaash dan nilai $Rrs(\lambda)$ -L.



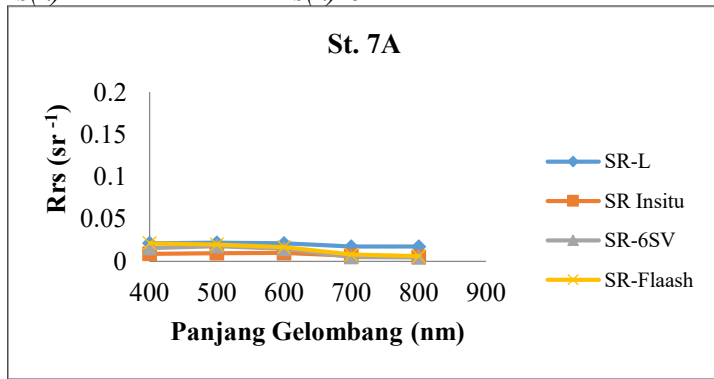
Gambar 4.26 Perbandingan $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi pada stasiun 4A

Grafik nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* pada stasiun St. 4A pada Gambar 4.26 menunjukkan bahwa $Rrs(\lambda)$ estimasi mempunyai nilai diatas $Rrs(\lambda)$ *in-situ*. Dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -6SV mempunyai nilai mendekati nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dibandingkan dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -Flaash dan nilai $Rrs(\lambda)$ -L.



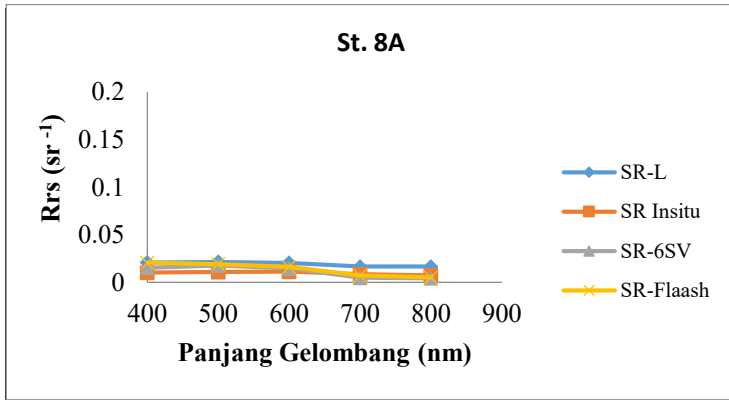
Gambar 4.27 Perbandingan $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi pada stasiun 6A

Grafik nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* pada stasiun St. 6A pada Gambar 4.27 menunjukkan bahwa $Rrs(\lambda)$ estimasi mempunyai nilai dibawah $Rrs(\lambda)$ *in-situ*. Dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -L mempunyai nilai mendekati nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dibandingkan dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -Flaash dan nilai $Rrs(\lambda)$ -6SV.



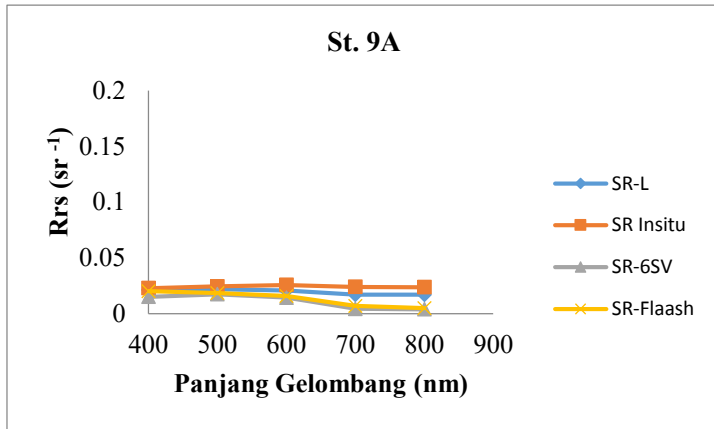
Gambar 4.28 Perbandingan $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi pada stasiun 7A

Grafik nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* pada stasiun St. 7A pada Gambar 4.28 menunjukkan bahwa $Rrs(\lambda)$ estimasi mempunyai nilai diatas $Rrs(\lambda)$ *in-situ*. Dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -6SV mempunyai nilai mendekati nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dibandingkan dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -Flaash dan nilai $Rrs(\lambda)$ -L.



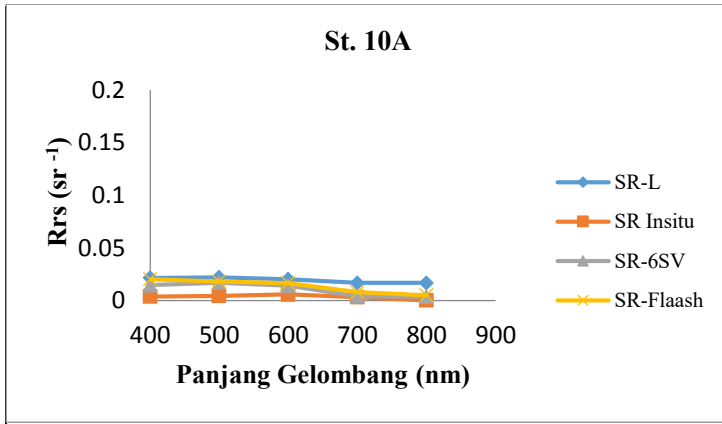
Gambar 4.29 Perbandingan $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi pada stasiun 8A

Grafik nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* pada stasiun St. 8A pada Gambar 4.29 menunjukkan bahwa $Rrs(\lambda)$ estimasi mempunyai nilai diatas $Rrs(\lambda)$ *in-situ*. Dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -6SV mempunyai nilai mendekati nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dibandingkan dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -Flaash dan nilai $Rrs(\lambda)$ -L.



Gambar 4.30 Perbandingan $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi pada stasiun 9A

Grafik nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* pada stasiun St. 9A pada Gambar 4.30 menunjukkan bahwa $Rrs(\lambda)$ estimasi mempunyai nilai dibawah $Rrs(\lambda)$ *in-situ*. Dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -L mempunyai nilai mendekati nilai $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dibandingkan dengan nilai $Rrs(\lambda)$ -Flaash dan nilai $Rrs(\lambda)$ -6SV.



Gambar 4.31 Perbandingan $R_{rs}(\lambda)$ *in-situ* dengan $R_{rs}(\lambda)$ estimasi pada stasiun 10A

Grafik nilai $R_{rs}(\lambda)$ *in-situ* pada stasiun St. 10A pada Gambar 4.31 menunjukkan bahwa $R_{rs}(\lambda)$ estimasi mempunyai nilai diatas $R_{rs}(\lambda)$ *in-situ*. Dengan nilai $R_{rs}(\lambda)$ -6SV mempunyai nilai mendekati nilai $R_{rs}(\lambda)$ *in-situ* dibandingkan dengan nilai $R_{rs}(\lambda)$ -Flaash dan nilai $R_{rs}(\lambda)$ -L.

Berdasarkan Gambar 4.24 hingga Gambar 4.31, menunjukkan bahwa nilai $R_{rs}(\lambda)$ *in-situ* berbeda dengan $R_{rs}(\lambda)$ estimasi. Hal tersebut dapat ditinjau karena adanya perbedaan algoritma internal saat pemrosesan metode koreksi atmosfer yang dilakukan. Selain itu, faktor algoritma koreksi atmosfer yang tidak sensitif terhadap aerosol.

Pada Tabel 4.4 menunjukkan hasil koefisien determinasi (R^2) antara $R_{rs}(\lambda)$ *in-situ* dan $R_{rs}(\lambda)$ estimasi dari 8 titik pada kanal 1 hingga kanal 5, menunjukkan hasil korelasi yang sangat besar (0,495-0,997) untuk kesemua stasiun kecuali pada stasiun St. 3A dan St. 9A. Pada stasiun St. 3A menunjukkan korelasi terendah antara data $R_{rs}(\lambda)$ *in-situ* dengan $R_{rs}(\lambda)$ - Flaash yang hanya sebesar 0,012. Begitu juga pada stasiun St. 9A, nilai korelasi terendah ditunjukkan oleh data antara $R_{rs}(\lambda)$

in-situ dengan $Rrs(\lambda)$ -Flaash yang hanya sebesar 0,003. Korelasi antara $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi terbaik ditunjukkan oleh $Rrs(\lambda)$ -6SV dengan nilai R^2 sebesar 0,657.

Tabel 4.4. Koefisien Determinasi (R^2) antara $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dan $Rrs(\lambda)$ estimasi

Stasiun	R^2		
	$Rrs(\lambda)$ -Insitu dengan $Rrs(\lambda)$ -6SV	$Rrs(\lambda)$ -Insitu dengan $Rrs(\lambda)$ -L	$Rrs(\lambda)$ -Insitu dengan $Rrs(\lambda)$ -Flaash
St. 2A	0,997	0,899	0,8
St. 3A	0,372	0,037	0,012
St. 4A	0,972	0,914	0,836
St. 6A	0,607	0,798	0,926
St. 7A	0,921	0,908	0,839
St. 8A	0,85	0,855	0,779
St. 9A	0,042	0,054	0,003
St. 10A	0,495	0,584	0,605
R^2 rata-rata	0,657	0,631	0,6

4.6. Validasi Algoritma *Existing* Estimasi Konsentrasi Chl-a

Dari masing-masing $Rrs(\lambda)$ estimasi yaitu $Rrs(\lambda)$ -6SV, $Rrs(\lambda)$ -Flaash, dan $Rrs(\lambda)$ -L akan dihitung estimasi konsentrasi Chl-a dengan menggunakan algoritma Chl-a Jaelani (2015) yang kemudian akan di validasi dengan konsentrasi Chl-a *in-situ* pada 21 titik sampel lapangan seperti pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Data *in-situ* Chl-a

Stasiun	Koordinat		Chl-a (µg/L)
	Bujur	Lintang	
1	116°24'45,7"	08°51'01,8"	1,207
2	116°24'45,4"	08°51'01,7"	0,868
3	116°24'41,6"	08°51'52,8"	0,645
4	116°24'58,8"	08°51'23,6"	0,543
5	116°26'17,2"	08°51'6,6"	0,662
6	116°25'13,3"	08°50'44,6"	0,969
7	116°25'33,7"	08°50'48,2"	0,986
8	116°25'39,7"	08°50'53,6"	0,662
9	116°25'49,0"	08°51'11,9"	0,543
10	116°25'54,3"	08°51'16,1"	0,544
11	116°26'0,9"	08°51'29,0"	0,662
12	116°26'02,8"	08°51'46,1"	0,646
13	116°25'19,3"	08°53'05,4"	0,646
14	116°25'32,5"	08°52'56,3"	0,544
15	116°25'41,2"	08°52'55,7"	0,662
16	116°25'59,8"	08°52'50,9"	0,646
17	116°26'15,4"	08°52'28,8"	1,071
18	116°23'41,1"	08°52'01,3"	1,173
19	116°21'12,3"	08°54'53,8"	0,986
20	116°21'21,9"	08°54'41,6"	0,969
21	116°20'25,1"	08°54'10,5"	2,445

Berikut ini hasil yang didapatkan antara konsentrasi Chl-a *in-situ* dan Chl-a estimasi pada 21 titik sampel lapangan.

Tabel 4.6. Perbandingan konsentrasi Chl-a *in-situ* dengan Chl-a estimasi

Stasiun	Konsentrasi Chl-a ($\mu\text{g/L}$)			
	<i>In-situ</i>	SR-L	SR-6SV	SR-Flaash
1	1,207	0,187	0,111	0,162
2	0,868	0,187	0,111	0,162
3	0,645	0,085	0,012	0,055
4	0,543	0,126	0,132	0,108
5	0,662	0,196	0,217	0,264
6	0,969	0,205	0,228	0,229
7	0,986	0,210	0,306	0,262
8	0,662	0,236	0,320	0,286
9	0,543	0,236	0,320	0,287
10	0,544	0,236	0,322	0,287
11	0,662	0,237	0,333	0,296
12	0,646	0,234	0,302	0,277
13	0,646	0,230	0,308	0,262
14	0,544	0,226	0,204	0,253
15	0,662	0,240	0,299	0,251
16	0,646	0,240	0,335	0,286
17	1,071	0,223	0,269	0,279
18	1,173	0,062	0,012	0,022
19	0,986	0,225	0,2413	0,226
20	0,969	0,231	0,251	0,214
21	2,445	0,033	0,048	0,009

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan uji *NMAE* pada masing-masing estimasi konsentrasi Chl-a dengan menggunakan Pers. 4.6.

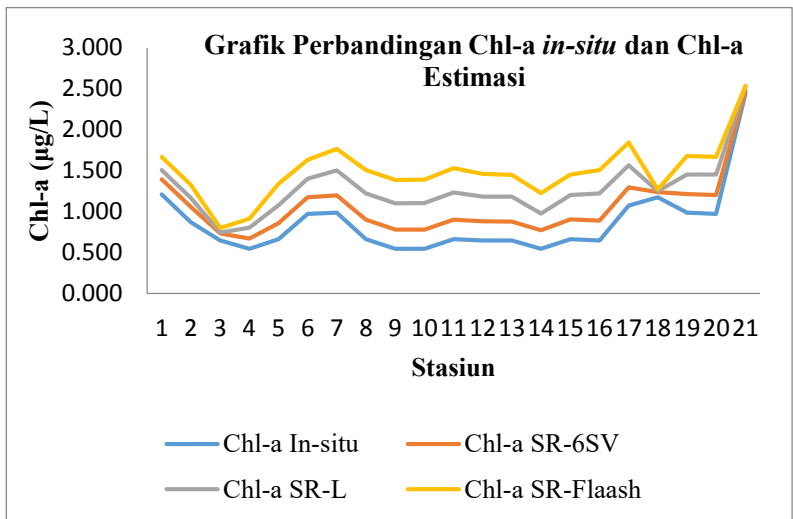
$$NMAE (\%) = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{x_{\text{esti}} - x_{\text{meas}}}{x_{\text{meas}}} \right| \times 100 \quad (4.6)$$

Berikut ini hasil perhitungan uji *NMAE* dari konsentrasi Chl-a.

Tabel 4.7. Perhitungan *NMAE* dari konsentrasi Chl-a

Stasiun	<i>NMAE</i> (%)		
	SR-L	SR-6SV	SR-Flaash
1	41,731	44,845	42,731
2	27,866	30,980	28,865
3	22,895	25,900	24,131
4	17,066	16,790	17,774
5	19,058	18,212	16,273
6	31,239	30,305	30,247
7	31,738	27,793	29,608
8	17,407	13,970	15,371
9	12,573	9,117	10,453
10	12,600	9,089	10,523
11	17,402	13,452	14,961
12	16,827	14,069	15,090
13	17,029	13,844	15,697
14	13,021	13,921	11,908
15	17,246	14,853	16,830
16	16,604	12,706	14,710
17	34,698	32,786	32,371
18	45,459	47,497	47,061
19	31,116	30,459	31,069
20	30,200	29,370	30,884
21	98,657	98,034	99,632
Rata-rata	27,259	26,095	26,485

Sebagian besar stasiun mempunyai *NMAE* yang memenuhi syarat yakni kurang dari 30%. Hasil *NMAE* terbaik adalah hasil dari citra olahan Landsat 8 dengan koreksi atmosfer metode 6SV yaitu sebesar 26,095%. Dari ketiga macam produk tersebut dengan menggunakan algoritma Chl-a Jaelani (2015) dapat digunakan untuk mengestirak atau mewakili data kualitas air dari penginderaan jauh karena memenuhi syarat *NMAE* yang kurang dari 30%. Akan tetapi pada penelitian ini tetap akan dibuat algoritma model untuk estimasi konsentrasi Chl-a di wilayah perairan laut selatan Pulau Lombok, NTB.



Gambar 4.32 Grafik perbandingan Chl-a *in-situ* dan Chl-a estimasi

Dari grafik perbandingan antara konsentrasi Chl-a *in-situ* dengan konsentrasi Chl-a estimasi pada Gambar 4.34 terlihat bahwa antara konsentrasi Chl-a *in-situ* dengan Chl-a estimasi mempunyai bentuk grafik yang hampir sama. Dari grafik perbandingan tersebut menunjukkan bahwa data konsentrasi

Chl-a dari koreksi atmosfer 6Sv (SR-6SV) yang paling mendekati konsentrasi Chl-a *in-situ*.

4.7. Pemodelan Algoritma Estimasi Konsentrasi Chl-a

Data *in-situ* yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada perairan selatan Pulau Lombok, NTB yang diambil pada tanggal 18-22 September 2014 yang meliputi data kualitas perairan yang berupa konsentrasi Chl-a dan data reflektan. Pengukuran dilakukan dengan mengambil data sampel Chl-a pada 29 titik dan pengambilan data reflektan pada 8 titik. Data reflektan yang direkam adalah reflektan kanal 1 hingga kanal 5.

Data yang digunakan dalam pemodelan algoritma konsentrasi Chl-a adalah data Chl-a *in-situ* pada 8 titik seperti pada Tabel 4.8. Selain itu, dibutuhkan 8 titik data reflektan *in-situ* seperti pada Tabel 4.3 dimana pemodelan algoritma yang dibuat berdasarkan pada regresi algoritma yang dibentuk dari perbandingan kanal-kanal pada Landsat 8 seperti pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10. Dalam pengembangan model ini menggunakan persamaan regresi linier ($y = ax + b$), dan dengan menggunakan variabel bebas untuk perhitungan tiap-tiap parameter.

Tabel 4.8. Konsentrasi Chl-a *in-situ*

Stasiun	Koordinat UTM		Chl-a ($\mu\text{g/L}$)	Kedalaman / Bathymetri (m)	Tanggal	Waktu	
	X	Y				WITA	WIB
St.2A	426137.4057	9014444.27	0,085	5,6	18-Sep-14	13:50	12:50
St.3A	425920.852	9014968.931	0,290	1,6	18-Sep-14	14:03	13:03
St.4A	435440.894	9021640.523	0,867	6,3	19-Sep-14	10:16	9:16
St.6A	436536.7893	9022087.555	1,001	7,5	20-Sep-14	13:03	12:03
St.7A	437142.2582	9021658.526	0,662	12,7	20-Sep-14	13:46	12:46
St.8A	437635.05	9020995.908	0,646	15,4	20-Sep-14	14:05	13:05
St.9A	437760.9354	9020569.209	0,544	19,2	20-Sep-14	14:17	13:17
St.10A	436250.5868	9017572.491	0,781	23,6	21-Sep-14	7:03	6:03

Tabel 4.9. R^2 untuk rasio-kanal Landsat 8

No	Model Regresi	Kanal 2	Kanal 2	Kanal 2
		Kanal 3	Kanal 4	Kanal 5
1	$\text{Chl-a} = y_0 + a*(b_j/b_k)$	0,07	0,013	0,18
2	$\log (\text{Chl-a}) = y_0 + a*(b_j/b_k)$	0,041	0,005	0,347
3	$\text{Chl-a} = y_0 + a*\log (b_j/b_k)$	0,087	0,007	0,187
4	$\log (\text{Chl-a}) = y_0 + a*\log (b_j/b_k)$	0,048	0,019	0,26
5	$\text{Chl-a} = y_0 + a*(\log (b_j) / (\log(b_k)))$	0,159	0,092	0,28
6	$\log (\text{Chl-a}) = y_0 + a*(\log (b_j) / (\log(b_k)))$	0,077	0,066	0,218

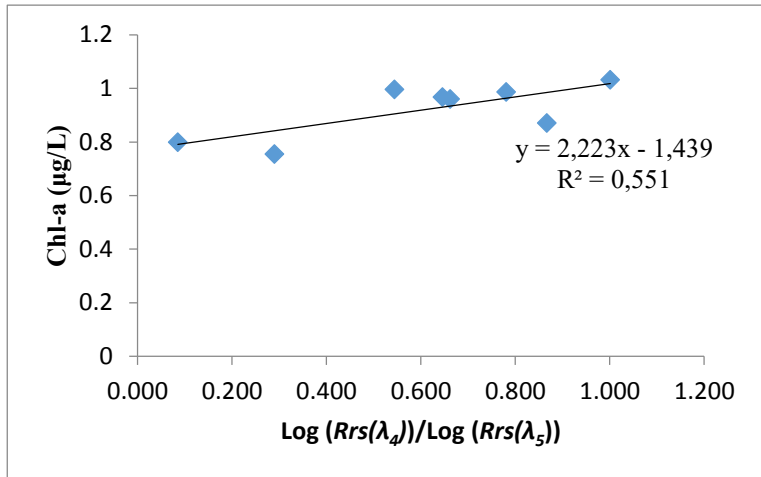
Tabel 4.10. R^2 untuk rasio-kanal Landsat 8

No	Model Regresi	Kanal 3	Kanal 3	Kanal 4
		Kanal 4	Kanal 5	Kanal 5
1	$\text{Chl-a} = y_0 + a \cdot (b_j/b_k)$	0,02	0,137	0,537
2	$\log (\text{Chl-a}) = y_0 + a \cdot (b_j/b_k)$	0,011	0,268	0,511
3	$\text{Chl-a} = y_0 + a \cdot \log (b_j/b_k)$	0	0,165	0,458
4	$\log (\text{Chl-a}) = y_0 + a \cdot \log (b_j/b_k)$	0,009	0,252	0,47
5	$\text{Chl-a} = y_0 + a \cdot (\log (b_j) / \log (b_k))$	0,029	0,259	0,551
6	$\log (\text{Chl-a}) = y_0 + a \cdot (\log (b_j) / \log (b_k))$	0,039	0,255	0,529

Dari beberapa kombinasi, didapatkan koefisien determinasi $R^2 = 0,551$ dengan perbandingan rasio $Rrs(\lambda_4)/Rrs(\lambda_5)$ dengan algoritma model estimasi konsentrasi Chl-a sebagai berikut :

$$\text{Chl-a} = 2,223 \left(\frac{\log Rrs(\lambda_4)}{\log Rrs(\lambda_5)} \right) - 1,439 \quad (4.7)$$

Adapun model regresinya digambarkan pada Gambar 4.33.



Gambar 4.33 Model regresi dengan menggunakan rasio $Rrs(\lambda)$ pada kanal 4 dan kanal 5 Landsat 8

Dari model algoritma Chl-a baru untuk perhitungan nilai Chl-a pada laut selatan Pulau Lombok akan dilakukan validasi untuk mengetahui apakah algoritma tersebut layak untuk digunakan dengan mengujinya dengan 8 titik data *in-situ* terhadap 2 algoritma Chl-a terbaik, yaitu :

- $Chl-a = 2,223 \left(\frac{\text{Log } Rrs(\lambda_4)}{\text{Log } Rrs(\lambda_5)} \right) - 1,439$
 $R^2 = 0,551$
- $Chl-a = -0,151 \left(\frac{Rrs(\lambda_4)}{Rrs(\lambda_5)} \right) + 0,927$
 $R^2 = 0,537$

Untuk menentukan algoritma yang akan dipakai akan dilakukan uji *NMAE* terhadap kedua algoritma tersebut, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Uji statistik algoritma pemodelan dengan titik pembuatan algoritma

Stasiun	Chl-a ($\mu\text{g/L}$)			NMAE(%)	
	<i>In-situ</i>	Pemodelan 1	Pemodelan 2	Pemodelan 1	Pemodelan 2
St.2A	0,085	0,697	0,748	18,770	20,850
St.3A	0,290	0,624	0,723	5,938	9,988
St.4A	0,867	0,732	0,761	4,736	3,544
St.6A	1,001	0,767	0,771	9,337	9,167
St.7A	0,662	0,784	0,776	4,661	4,984
St.8A	0,646	0,780	0,775	7,938	7,726
St.9A	0,544	0,784	0,776	8,587	8,254
St.10A	0,781	0,781	0,775	4,626	4,859
Total				8,074	8,672

Dari Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa konsentrasi Chl-a dengan menggunakan algoritma pemodelan 1 dan algoritma pemodelan 2 memenuhi syarat $NMAE \leq 30\%$ yaitu pada algoritma pemodelan 1 memiliki $NMAE$ sebesar 8,074% dan algoritma pemodelan 2 memiliki $NMAE$ sebesar 8,672%, sehingga dapat dilakukan validasi terhadap titik yang berbeda dari titik pembuatan algoritma. Dalam penelitian ini algoritma model Chl-a baru yang digunakan adalah algoritma pemodelan 1 sesuai dengan Pers. 4.7.

4.8. Validasi Algoritma Baru Estimasi Konsentrasi Chl-a

Dari masing-masing $Rrs(\lambda)$ estimasi yaitu $Rrs(\lambda)$ -6SV, $Rrs(\lambda)$ -Flaash, dan $Rrs(\lambda)$ -L akan dihitung estimasi konsentrasi Chl-a dengan menggunakan algoritma model Chl-a sesuai dengan Pers.4.7 yang kemudian akan di validasi dengan konsentrasi Chl-a *in-situ* pada 21 titik sampel lapangan.

Berikut ini hasil yang didapatkan antara konsentrasi Chl-a *in-situ* dan Chl-a estimasi pada 21 titik sampel lapangan.

Tabel 4.12. Perbandingan konsentrasi Chl-a *in-situ* dengan Chl-a estimasi

Stasiun	Konsentrasi Chl-a ($\mu\text{g/L}$)			
	<i>In-situ</i>	SR-L	SR-6SV	SR-Flaash
1	1,207	0,730	0,638	0,700
2	0,868	0,730	0,638	0,700
3	0,645	0,581	0,397	0,527
4	0,543	0,643	0,657	0,611
5	0,662	0,737	0,763	0,808
6	0,969	0,751	0,777	0,777
7	0,986	0,755	0,840	0,805
8	0,662	0,784	0,850	0,830
9	0,543	0,784	0,849	0,831
10	0,544	0,784	0,850	0,830
11	0,662	0,784	0,857	0,838
12	0,646	0,782	0,837	0,823
13	0,646	0,777	0,840	0,808
14	0,544	0,773	0,754	0,799
15	0,662	0,788	0,765	0,734
16	0,646	0,788	0,860	0,822
17	1,071	0,770	0,808	0,830
18	1,173	0,528	0,395	0,428
19	0,986	0,773	0,789	0,775
20	0,969	0,778	0,802	0,762
21	2,445	0,398	0,435	0,212

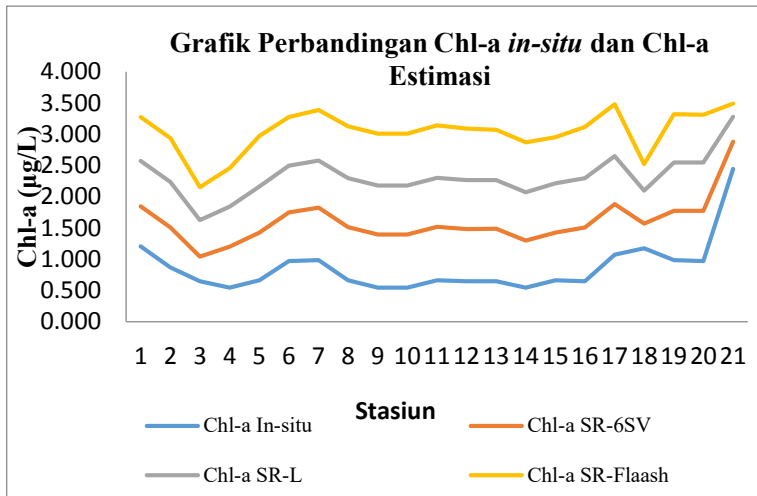
Selanjutnya akan dilakukan perhitungan uji *NMAE* pada masing-masing estimasi konsentrasi Chl-a dengan menggunakan Pers. 4.6.

Berikut ini hasil perhitungan uji *NMAE* dari konsentrasi Chl-a dengan menggunakan model algoritma Chl-a yang telah dibangun sebelumnya dengan Pers. 4.7.

Tabel 4.13. Perhitungan *NMAE* dari konsentrasi Chl-a

Stasiun	<i>NMAE</i> (%)		
	SR	6SV	Flaash
1	21,195	23,264	20,741
2	9,330	9,399	6,876
3	7,273	10,134	4,830
4	5,461	4,654	4,770
5	4,783	4,134	5,974
6	9,910	7,867	7,853
7	10,178	5,972	7,386
8	8,373	7,707	6,878
9	12,166	12,535	11,784
10	10,154	12,527	11,700
11	7,377	7,984	7,190
12	5,864	7,817	7,223
13	5,437	7,939	7,645
14	10,267	8,570	10,420
15	5,712	4,222	4,953
16	6,340	8,772	7,202
17	12,547	10,737	11,859
18	31,452	31,838	30,480
19	8,754	8,045	8,642
20	7,663	6,819	8,471
21	88,064	82,217	91,340
Rata-rata	13,728	13,484	13,534

Sebagian besar stasiun mempunyai *NMAE* yang memenuhi syarat yakni kurang dari 30%. Hasil *NMAE* terbaik adalah dari citra Landsat 8 dengan koreksi atmosfer metode 6SV yaitu sebesar 13,484%. Dari ketiga macam produk tersebut dengan menggunakan algoritma model Chl-a baru dapat digunakan untuk mengestirak atau mewakili data kualitas air dari penginderaan jauh karena memenuhi syarat *NMAE* yang kurang dari 30%. Hasil *NMAE* dengan algoritma model baru memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma Chl-a Jaelani (2015).



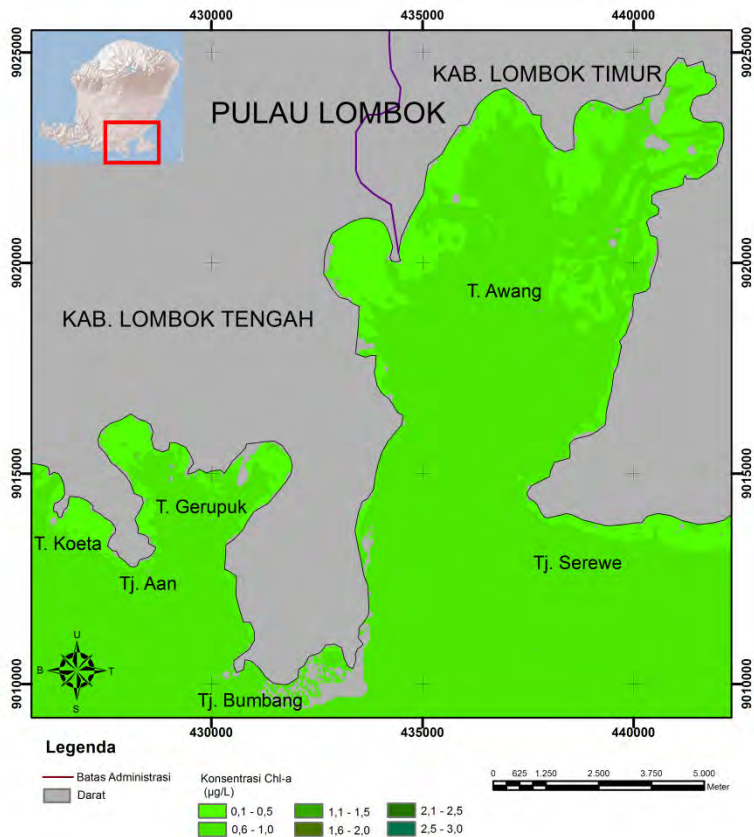
Gambar 4.34 Grafik perbandingan Chl-a *in-situ* dan Chl-a estimasi

Dari grafik perbandingan antara konsentrasi Chl-a *in-situ* dengan konsentrasi Chl-a estimasi pada Gambar 4.36 terlihat bahwa antara konsentrasi Chl-a *in-situ* dengan Chl-a estimasi mempunyai bentuk grafik yang hampir sama. Dari grafik perbandingan tersebut menunjukkan bahwa data konsentrasi

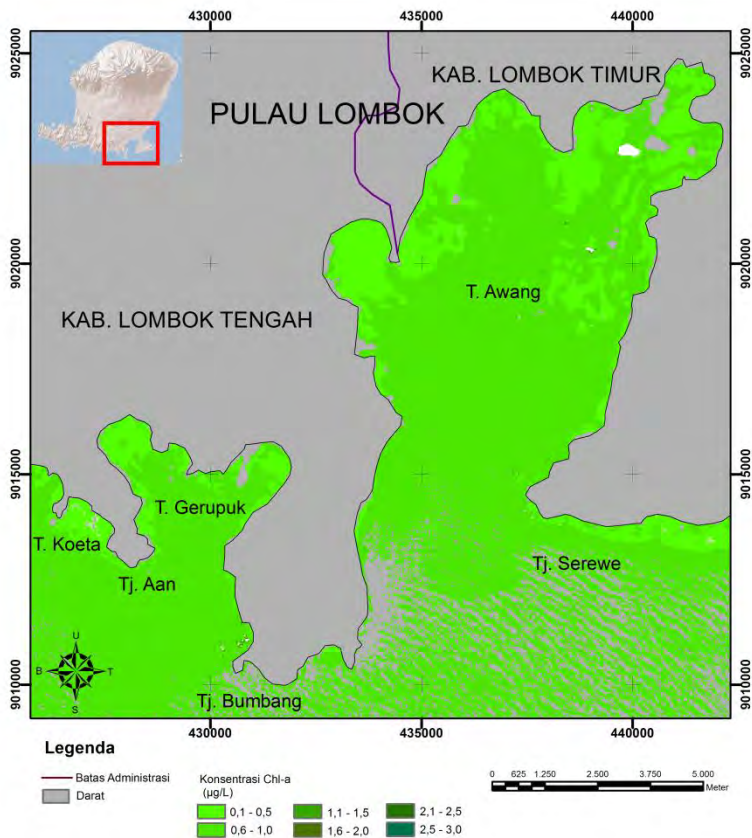
Chl-a dari koreksi atmosfer 6SV (SR-6SV) yang paling mendekati konsentrasi Chl-a *in-situ*.

4.9. Estimasi Distribusi Konsentrasi Chl-a

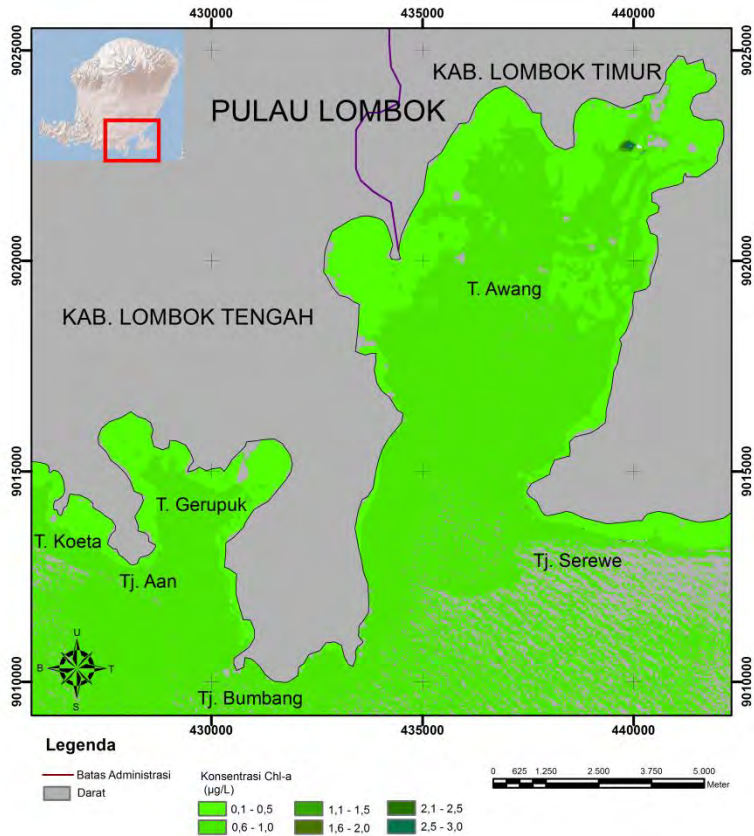
Berikut ini hasil distribusi konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan algoritma Chl-a Jaelani (2015).



Gambar 4.35 Peta distribusi estimasi Chl-a Jaelani dengan reflektan-permukaan Landsat 8 USGS

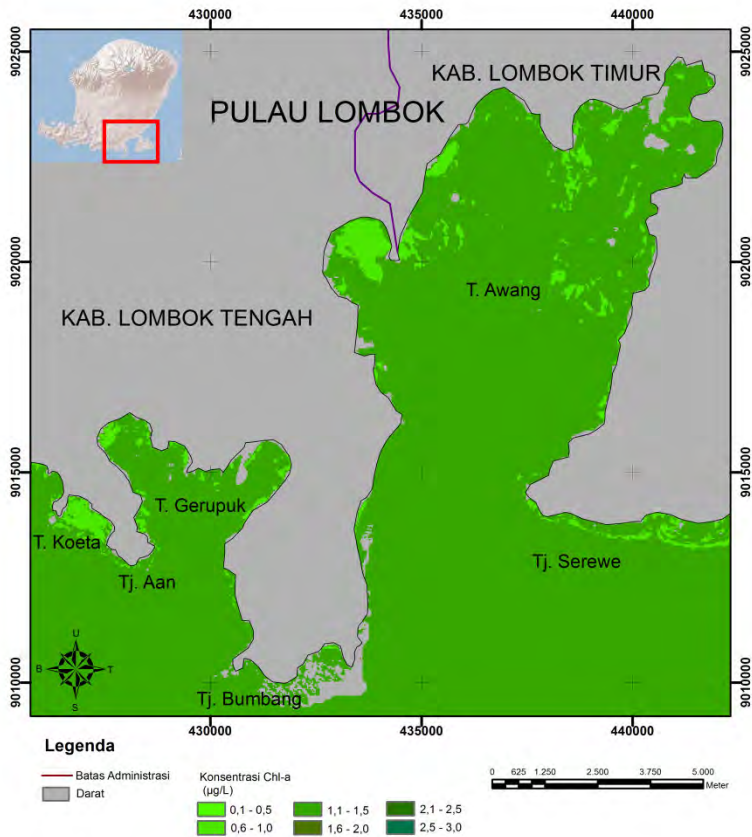


Gambar 4.36 Peta distribusi estimasi Chl-a Jaelani dengan koreksi atmosfer 6SV

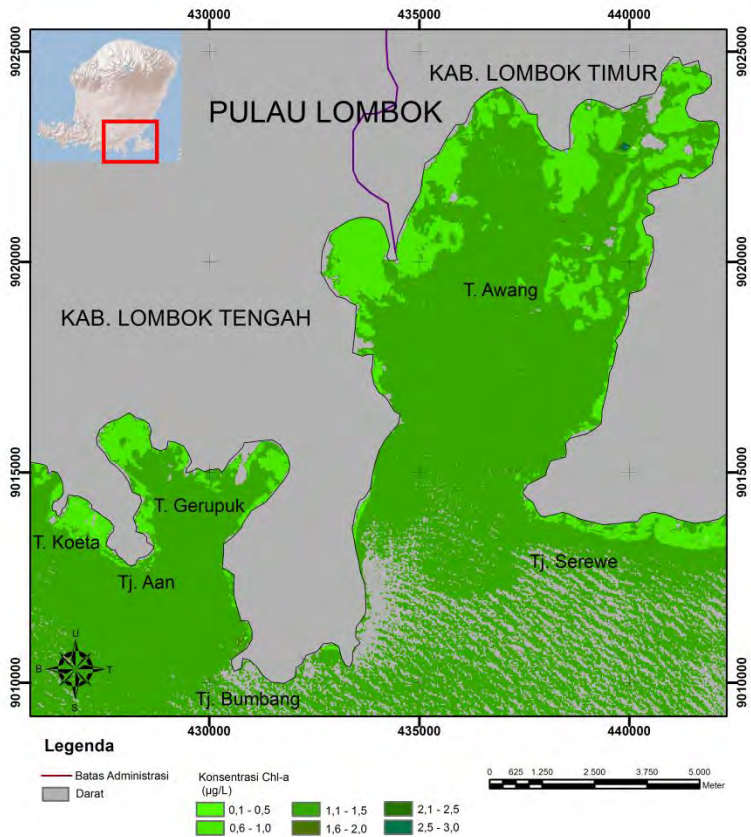


Gambar 4.37 Peta distribusi estimasi Chl-a Jaelani dengan koreksi atmosfer Flaash

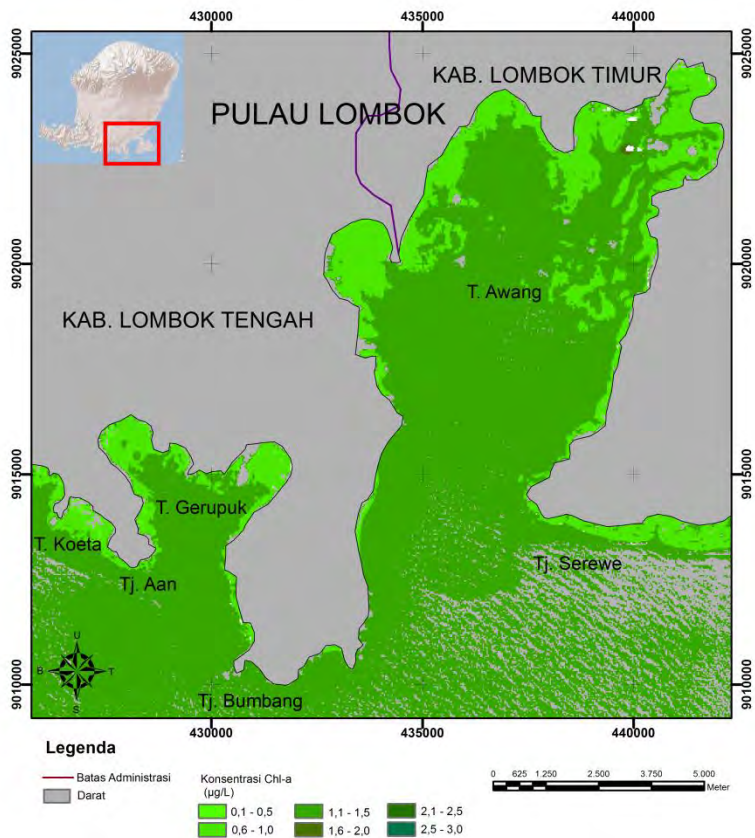
Berikut ini hasil distribusi konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan algoritma model Chl-a yang dibuat pada tahap sebelumnya dengan Pers. 4.7.



Gambar 4.38 Peta distribusi estimasi Chl-a Sulistyah dengan reflektan-permukaan Landsat 8 USGS



Gambar 4.39 Peta distribusi estimasi Chl-a Sulistiyah dengan koreksi atmosfer 6SV



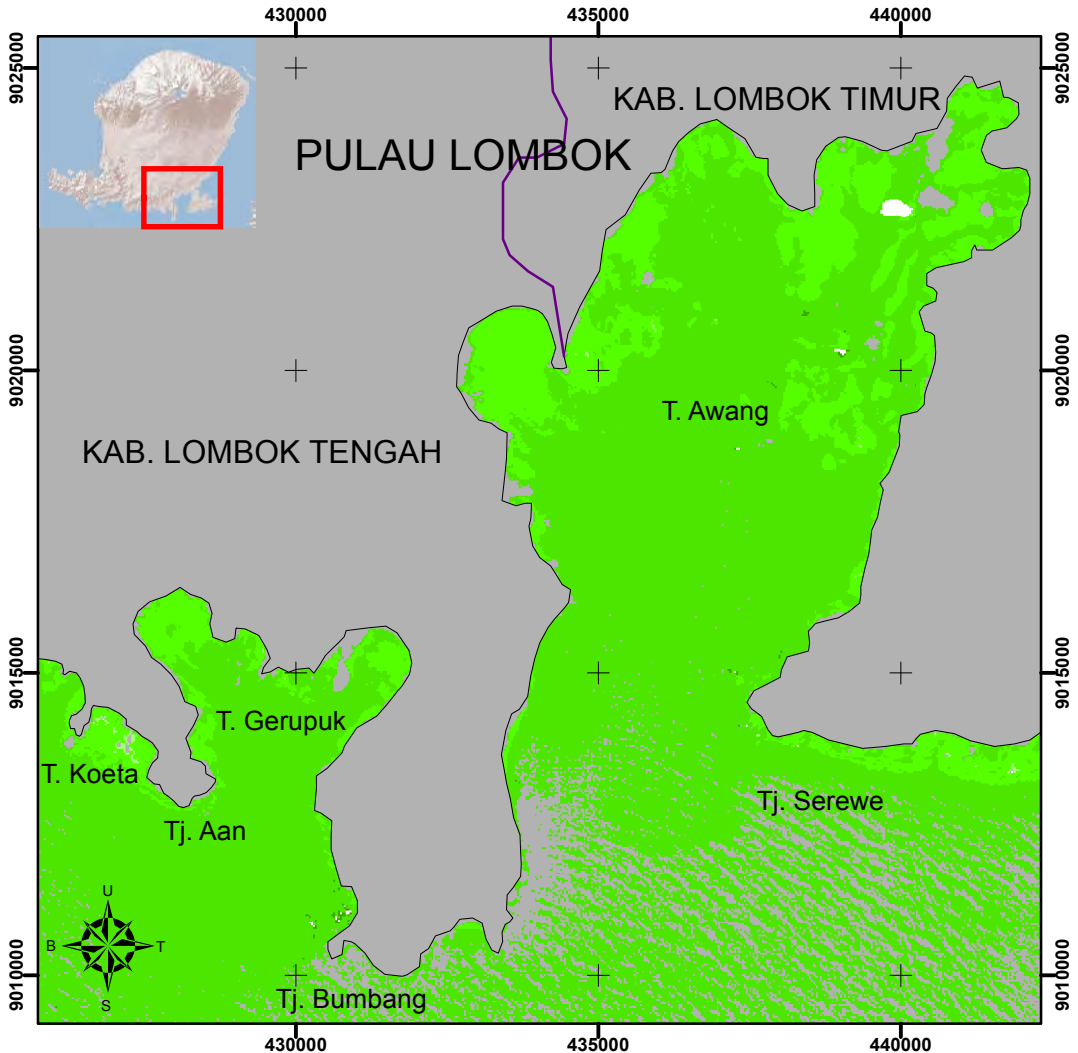
Gambar 4.40 Peta distribusi estimasi Chl-a Sulistiyah dengan koreksi atmosfer Flaash

“Halaman ini sengaja dikosongkan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Peta Distribusi Estimasi Konsentrasi Chl-a Laut Selatan Pulau Lombok, NTB



Legenda

— Batas Administrasi

■ Darat

Konsentrasi Chl-a
($\mu\text{g/L}$)

- 0,1 - 0,5
- 0,6 - 1,0
- 1,1 - 1,5
- 1,6 - 2,0
- 2,1 - 2,5
- 2,5 - 3,0

Datum : WGS 84
 Sistem Koordinat : UTM
 Zona : 50 S
 Koreksi Atmosfer : 6SV
 Algoritma Chl-a : Jaelani (2015)
 Dibuat pada : Juni 2016
 Nama : Umroh Dian Sulistyah
 (3512100071)
 Dosen Pembimbing : Lalu M. Jaelani., S.T., M.Sc., Ph.D.
 Gathot Winarso, S.T., M.Sc.

0 625 1.250 2.500 3.750 5.000
 Meter
 SKALA 1:125.000

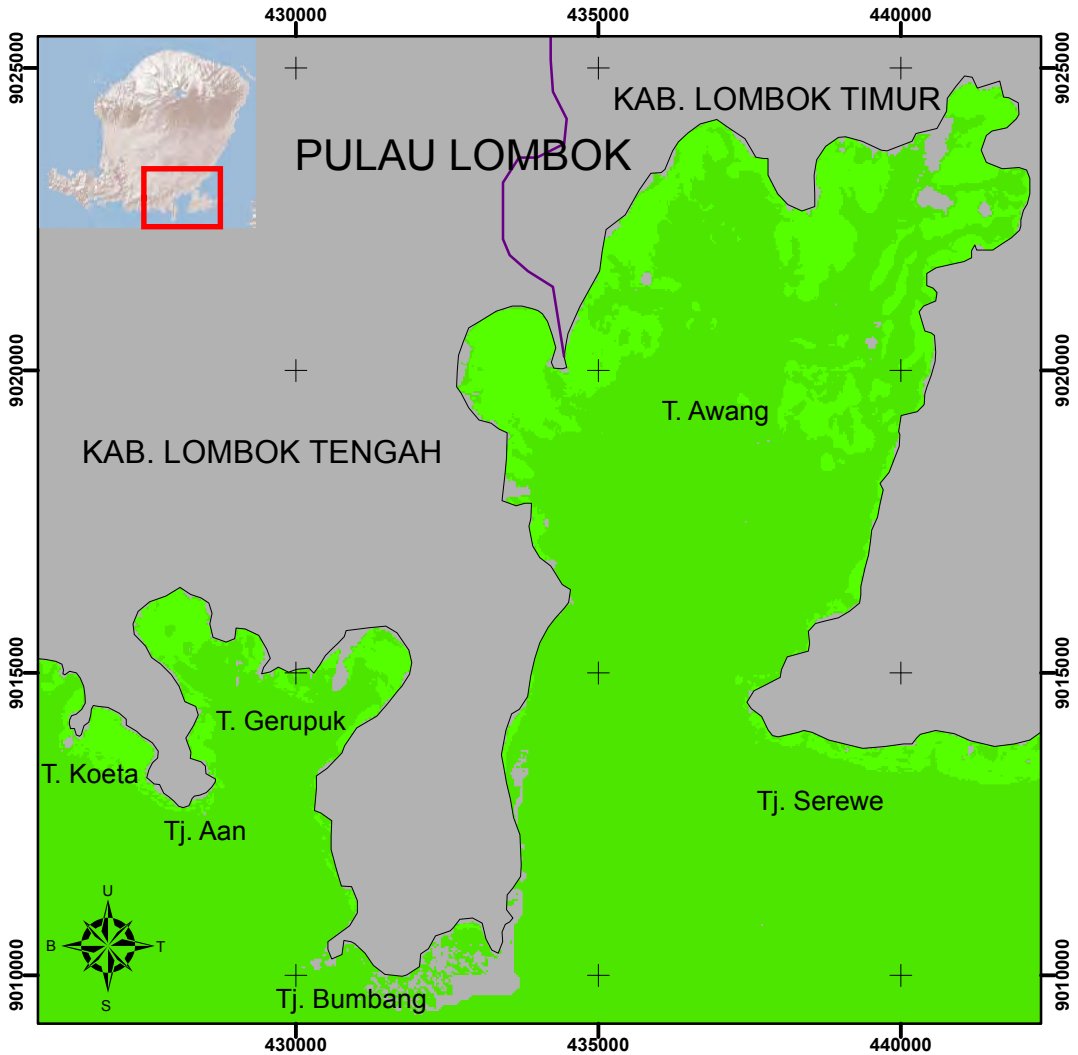


ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2016

Peta Distribusi Estimasi Konsentrasi Chl-a Laut Selatan Pulau Lombok, NTB



Legenda

— Batas Administrasi

■ Darat

Konsentrasi Chl-a
($\mu\text{g/L}$)

■ 0,1 - 0,5

■ 0,6 - 1,0

■ 1,1 - 1,5

■ 1,6 - 2,0

■ 2,1 - 2,5

■ 2,5 - 3,0

Datum : WGS 84

Sistem Koordinat : UTM

Zona : 50 S

Koreksi Atmosfer : SR USGS

Algoritma Chl-a : Jaelani (2015)

Dibuat pada : Juni 2016

Nama : Umroh Dian Sulistiyah
(3512100071)

Dosen Pembimbing : Lalu M. Jaelani., S.T., M.Sc., Ph.D.
Gathot Winarso, S.T., M.Sc.

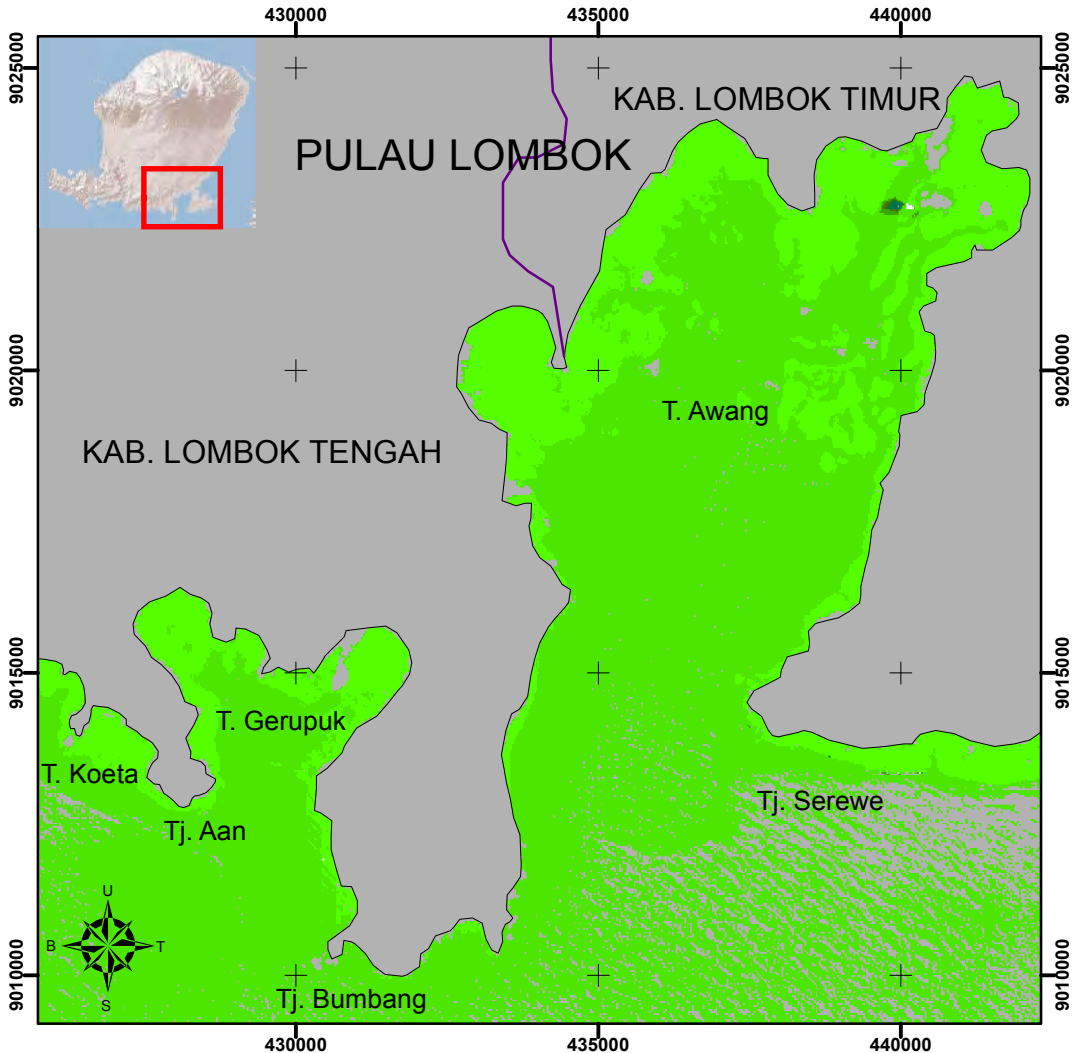
0 625 1.250 2.500 3.750 5.000
Meter

SKALA 1:125.000



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

Peta Distribusi Estimasi Konsentrasi Chl-a Laut Selatan Pulau Lombok, NTB



Legenda

— Batas Administrasi

■ Darat

Konsentrasi Chl-a
($\mu\text{g/L}$)

- 0,1 - 0,5
- 0,6 - 1,0
- 1,1 - 1,5
- 1,6 - 2,0
- 2,1 - 2,5
- 2,5 - 3,0

SKALA 1:125.000

Datum : WGS 84
 Sistem Koordinat : UTM
 Zona : 50 S
 Koreksi Atmosfer : Flaash
 Algoritma Chl-a : Jaelani (2015)
 Dibuat pada : Juni 2016
 Nama : Umroh Dian Sulistiyah
 (3512100071)
 Dosen Pembimbing : Lalu M. Jaelani., S.T., M.Sc., Ph.D.
 Gathot Winarso, S.T., M.Sc.

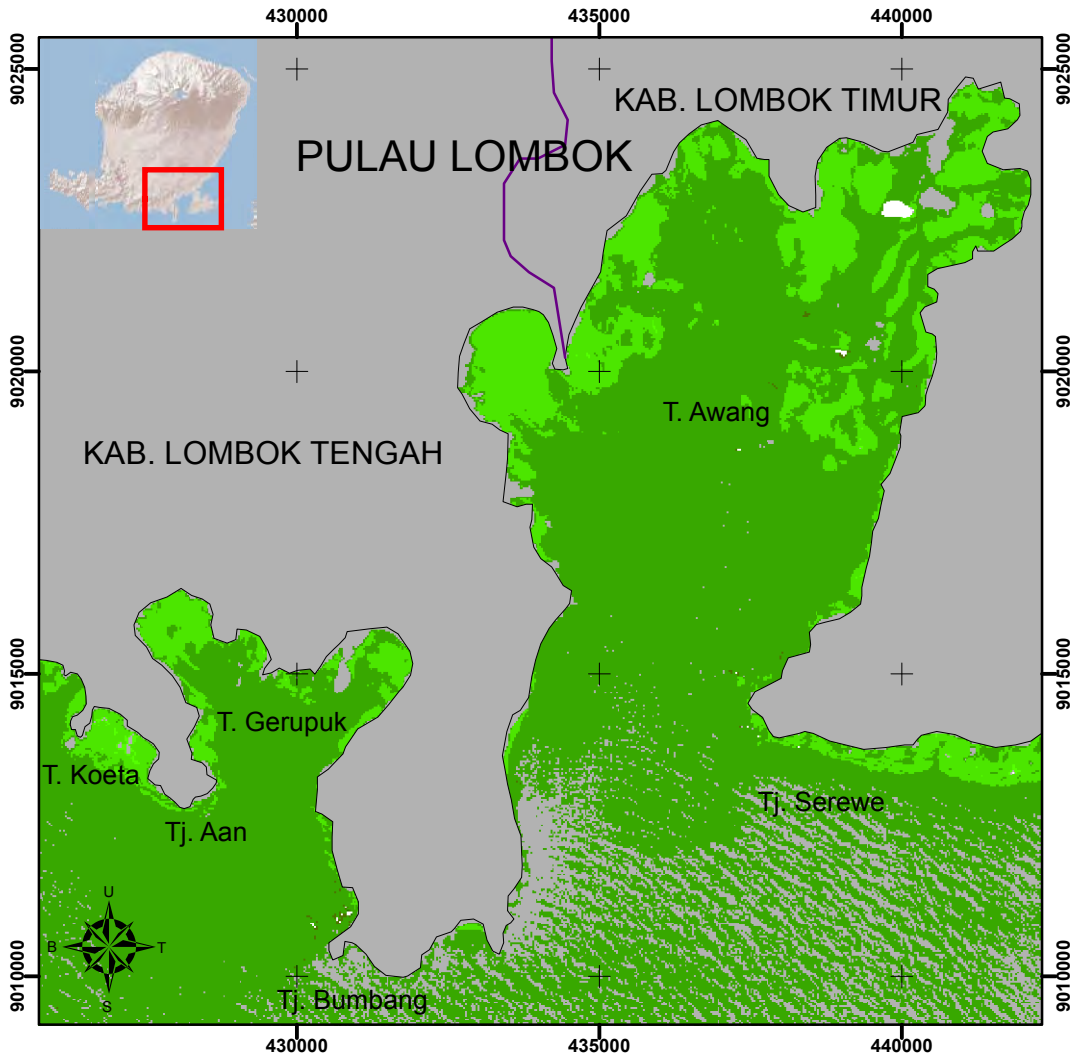


ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2016

Peta Distribusi Estimasi Konsentrasi Chl-a Laut Selatan Pulau Lombok, NTB



Legenda

— Batas Administrasi

■ Darat

Konsentrasi Chl-a
($\mu\text{g/L}$)

■ 0,1 - 0,5

■ 0,6 - 1,0

■ 1,1 - 1,5

■ 1,6 - 2,0

■ 2,1 - 2,5

■ 2,5 - 3,0

Datum : WGS 84

Sistem Koordinat : UTM

Zona : 50 S

Koreksi Atmosfer : 6SV

Algoritma Chl-a : Sulistiyah (2016)

Dibuat pada : Juni 2016

Nama : Umroh Dian Sulistiyah
(3512100071)

Dosen Pembimbing : Lalu M. Jaelani., S.T., M.Sc., Ph.D.
Gathot Winarso, S.T., M.Sc.

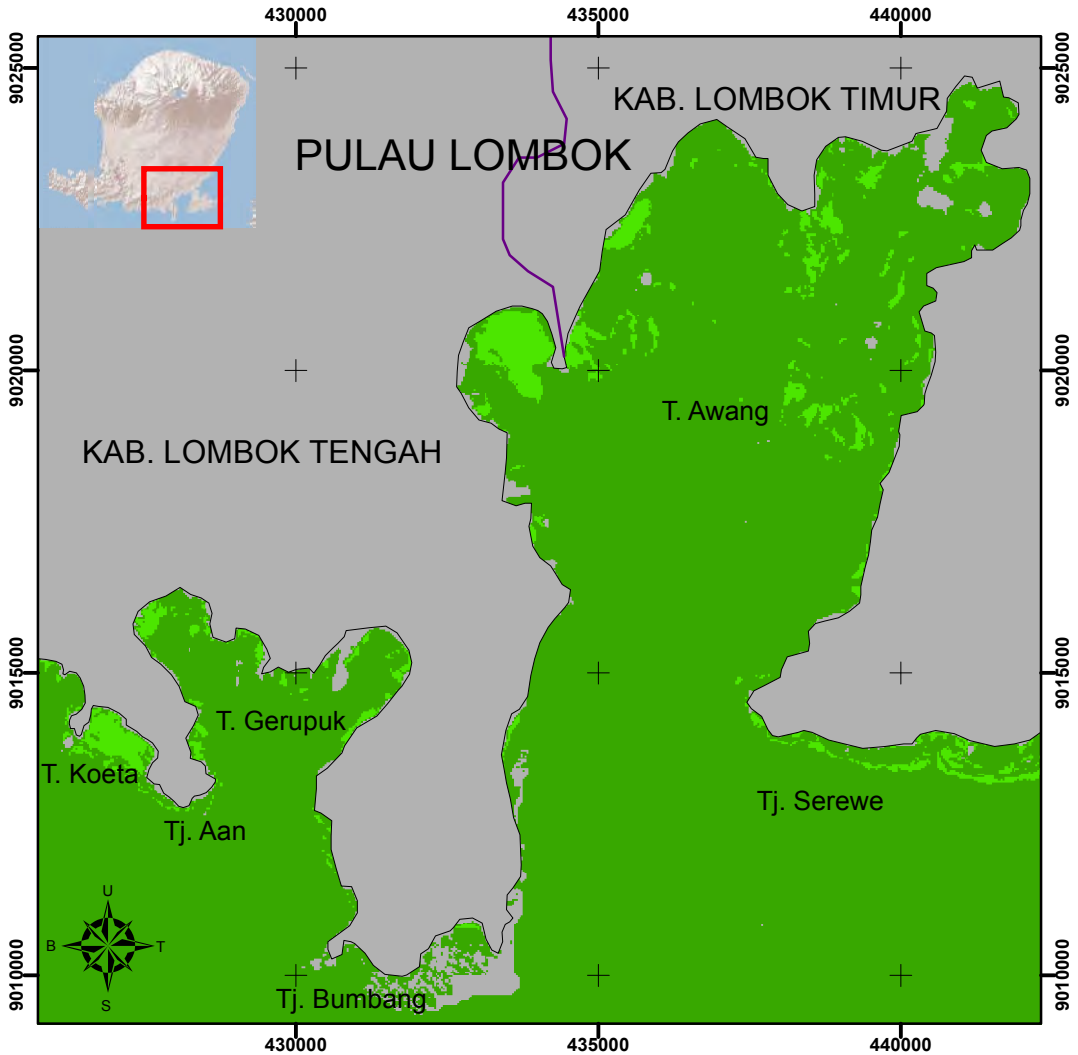
0 625 1.250 2.500 3.750 5.000
Meter

SKALA 1:125.000



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

Peta Distribusi Estimasi Konsentrasi Chl-a Laut Selatan Pulau Lombok, NTB



Legenda

— Batas Administrasi

■ Darat

Konsentrasi Chl-a
($\mu\text{g/L}$)

■ 0,1 - 0,5

■ 0,6 - 1,0

■ 1,1 - 1,5

■ 1,6 - 2,0

■ 2,1 - 2,5

■ 2,5 - 3,0

Datum : WGS 84

Sistem Koordinat : UTM

Zona : 50 S

Koreksi Atmosfer : SR USGS

Algoritma Chl-a : Sulistiyah (2016)

Dibuat pada : Juni 2016

Nama : Umroh Dian Sulistiyah

(3512100071)

Dosen Pembimbing : Lalu M. Jaelani., S.T., M.Sc., Ph.D.

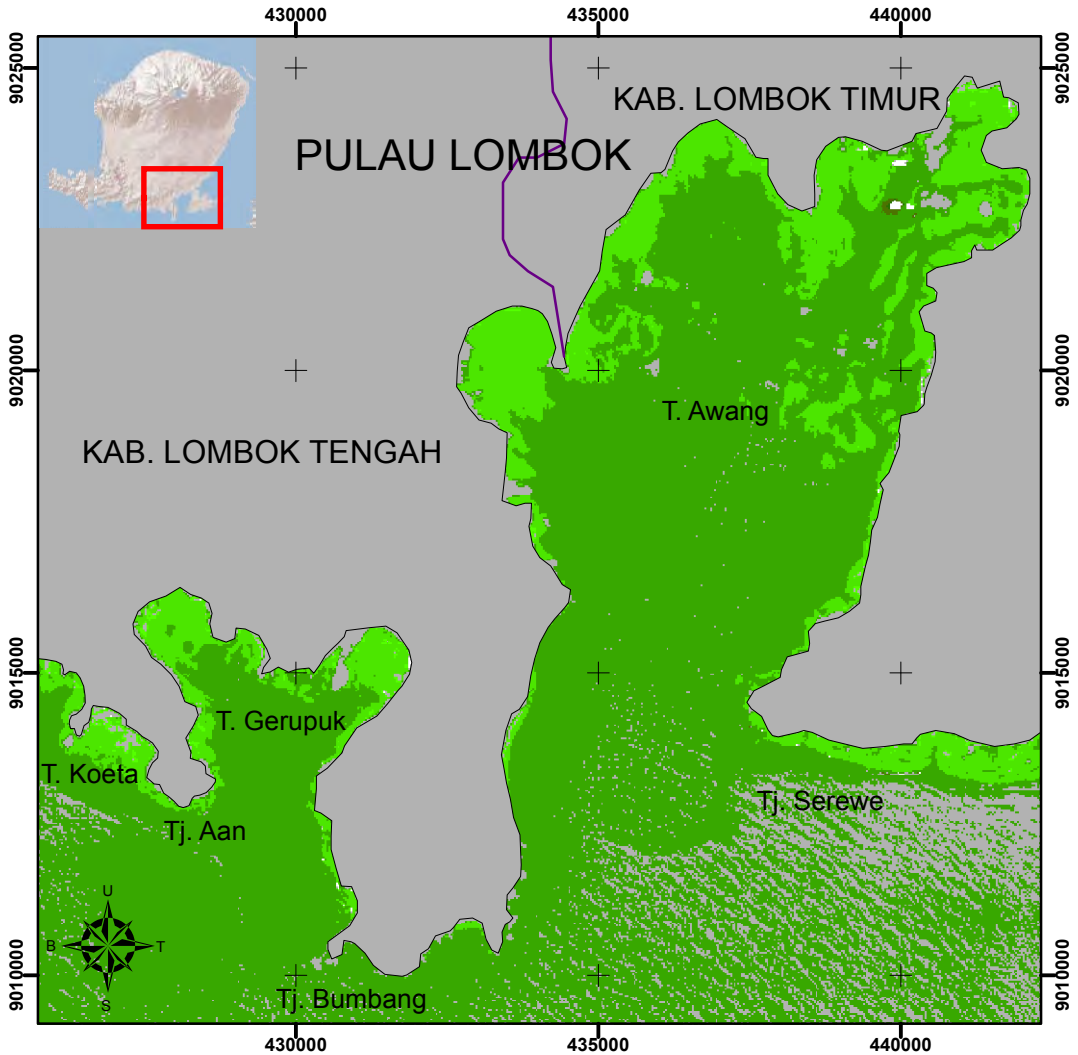
Gathot Winarso, S.T., M.Sc.

0 625 1.250 2.500 3.750 5.000
Meter
SKALA 1:125.000



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

Peta Distribusi Estimasi Konsentrasi Chl-a Laut Selatan Pulau Lombok, NTB



Legenda

— Batas Administrasi

■ Darat

Konsentrasi Chl-a
($\mu\text{g/L}$)

■ 0,1 - 0,5

■ 0,6 - 1,0

■ 1,1 - 1,5

■ 1,6 - 2,0

■ 2,1 - 2,5

■ 2,5 - 3,0

Datum : WGS 84

Sistem Koordinat : UTM

Zona : 50 S

Koreksi Atmosfer : Flaash

Algoritma Chl-a : Sulistiyah (2016)

Dibuat pada : Juni 2016

Nama : Umroh Dian Sulistiyah
(3512100071)

Dosen Pembimbing : Lalu M. Jaelani., S.T., M.Sc., Ph.D.
Gathot Winarso, S.T., M.Sc.

0 625 1.250 2.500 3.750 5.000
Meter

SKALA 1:125.000



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Peta-peta Estimasi Konsentrasi Chl-a dengan Algoritma Jaelani (2015)
- Lampiran 2 : Peta-peta Estimasi Konsentrasi Chl-a dengan Algoritma Model baru

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian tentang estimasi konsentrasi Chl-a yang dilakukan di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 level 1 dan reflektan-permukaan Landsat 8 dengan *path/row* 116/66 dan waktu akuisisi citra pada tanggal 19 September 2014 menghasilkan beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut.

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari proses penelitian ini adalah:

- a. Hasil regresi (R^2) antara $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dan $Rrs(\lambda)$ estimasi dari 8 titik menunjukkan hasil korelasi yang sangat besar (0,495-0,997) untuk kesemua stasiun kecuali pada stasiun St. 3A dan St. 9A, ditunjukkan pada Tabel 4.11. Korelasi antara $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi terbaik ditunjukkan oleh $Rrs(\lambda)$ -6SV dengan nilai R^2 sebesar 0,657. Sedangkan korelasi $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ -L tidak jauh berbeda yaitu sebesar 0,631 dan korelasi $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ -Flaash sebesar 0,6. Hasil grafik perbandingan antara $Rrs(\lambda)$ *in-situ* dengan $Rrs(\lambda)$ estimasi menunjukkan bentuk spektral yang berbeda, hal tersebut dapat ditinjau karena adanya perbedaan algoritma internal saat pemrosesan metode koreksi atmosfer yang dilakukan. Selain itu, faktor algoritma koreksi atmosfer yang tidak sensitif terhadap aerosol.
- b. Hasil validasi konsentrasi Chl-a pada algoritma Chl-a Jaelani (2015) dengan menggunakan metode koreksi atmosfer 6SV menunjukkan nilai *NMAE* yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode

koreksi atmosfer Flaash yaitu sebesar 26,095% , ditunjukkan pada Tabel 4.7. Sedangkan dengan menggunakan metode koreksi atmosfer Flaash didapatkan nilai $NMAE$ sebesar 26,485% dan dari data reflektan-permukaan Landsat 8 sebesar 27,259%. Dari ketiga macam produk tersebut dengan menggunakan algoritma Chl-a Jaelani (2015) dapat digunakan untuk mengestrak atau mewakili data kualitas air dari penginderaan jauh karena memenuhi syarat $NMAE$ yang kurang dari 30%. Berdasarkan nilai $NMAE$ tersebut menunjukkan bahwa algoritma Chl-a Jaelani (2015) dapat digunakan untuk menghitung nilai estimasi konsentrasi Chl-a di perairan laut selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat.

- c. Data yang digunakan dalam pemodelan algoritma konsentrasi Chl-a adalah data Chl-a *in-situ* pada 8 titik seperti pada Tabel 4.8. Selain itu, dibutuhkan 8 titik data reflektan *in-situ* seperti pada Tabel 4.3 dimana pemodelan algoritma yang dibuat berdasarkan pada regresi algoritma yang dibentuk dari perbandingan kanal-kanal pada Landsat 8 seperti pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10. Dari hasil pemodelan algoritma Chl-a didapatkan regresi (R^2) sebesar 0,551 dengan perbandingan rasio $Rrs(\lambda_4)/Rrs(\lambda_5)$ dengan algoritma model estimasi konsentrasi Chl-a sebagai berikut :

$$\text{Chl-a} = 2,223 \left(\frac{\text{Log } Rrs(\lambda_4)}{\text{Log } Rrs(\lambda_5)} \right) - 1,439$$

Hasil validasi konsentrasi Chl-a dengan algoritma model Chl-a baru memiliki $NMAE$ terbaik dari citra olahan Landsat 8 dengan koreksi atmosfer metode 6SV yaitu sebesar 13,484%, ditunjukkan pada Tabel 4.13. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma model

Chl-a baru untuk perairan laut selatan Pulau Lombok lebih baik dalam mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh pada lokasi penelitian dibandingkan dengan algoritma Chl-a Jaelani (2015).

- d. Distribusi Chl-a yang didapatkan baik dengan menggunakan algoritma Chl-a Jaelani (2015) maupun algoritma model Chl-a yang telah dibuat, memiliki sebaran konsentrasi yang lebih rendah pada perairan tepi pantai dibandingkan dengan konsentrasi Chl-a di perairan lepas pantai. Keadaan ini disebabkan oleh tingginya konsentrasi nutrisi yang dihasilkan melalui proses fisik massa air, dimana massa air dalam mengangkat nutrisi dari lapisan dalam ke lapisan permukaan.

5.2.Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian ini dan pengembangan energi gelombang laut antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Dibutuhkan lebih banyak lagi algoritma untuk mengestimasi setiap parameter pada tiap karakteristik Perairan Indonesia.
- b. Dibutuhkan studi lebih lanjut lagi untuk mengetahui algoritma atmosfer yang tepat untuk karakteristik dan kondisi atmosfer Perairan Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan didanai oleh DIKTI.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan. 2010. Analisis Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Data Inderaja Hubungannya dengan Hasil Tangkapan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Perairan Kalimantan Timur. *Jurnal FPIK Unpatti*, Ambon, 1(1):1-12.
- Ambarwulan, W, dkk. 2003. *Citra Satelit Multi Sensor dan Multi Temporal untuk Studi Dinamika Pesisir dan Laut di Delta Mahakam*. Cibinong : Pusat Survei Sumber Daya Alam Laut BAKOSURTANAL
- Arafah, F. 2015. *Analisis Parameter Air Laut di Perairan Kabupaten Sumenep Untuk Pembuatan Peta Sebaran Potensi Ikan Pelagis*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Informasi Geospasial. *InaGeoportal*. 2012. <http://tanahair.indonesia.go.id> (accessed Januari 2, 2016).
- Badan Pusat Statistika Provinsi NTB. 2014. Nusa Tenggara Barat dalam Angka 2014. Lombok. 356.
- Barret, E., Curtis, L. F. 1982. *Introduction to Enviromental Remote Sensing (2nd Edition ed.)*. London: Chapman and Hall.
- Grahame J. 1987. *Plankton and Fisheries*. London: Edward Arnold.
- Han, Luoheng, Karen J.J. 2005. *Estimating and mapping chlorophyll- a concentration in Pensacola Bay, Florida using Landsat ETM+ data*, International Journal of Remote Sensing, Vol, 26, No, 33, 5245–5254.
- Jaelani L.M., dkk. 2015. *Pemetaan Distribusi Spasial Konsentrasi Klorofil-A dengan Landsat 8 di Danau Matano dan Danau Towuti, Sulawesi Selatan*, Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh Indonesia XX, Bogor.
- Jaelani L.M., dkk. 2015. *Uji Akurasi Produk Reflektan- Permukaan Landsat Menggunakan Data In situ di Danau*

- Kasumigaura, Jepang*, Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh Indonesia XX, Bogor.
- Karondia, L. A. 2015. *Validasi Algoritma Estimasi Total Suspended Solid dan Chl-a Pada Citra Satelit Aqua MODIS dan Terra MODIS dengan Data In-Situ (Studi Kasus : Laut Utara Pulau Jawa)*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lillesand TM dan Kiefer RW. 1979. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Jhon Wiley & Son Inc. New York.
- Musbir. 2013. Perairan Oseanografi dalam Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Berkelanjutan. *Dalam* A.I. Burhanuddin, N. Nessa dan A. Niartiningih. *Membangun Sumber Daya Kelautan Indonesia*. IPB press, Bogor, 320 hlm.
- NASA. (2005, Mei). *6SV*. Dipetik Desember 20, 2015, dari <http://6s.ltdri.org>
- Nontji, A. 1987. Biomassa dan Produktivitas Fitoplankton di Perairan Teluk Jakarta serta Kaitannya dengan Faktor-Faktor Lingkungan. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Pangihutan, M.S. 2009. Analisis Hasil Tangkapan Pukat Ikan Kaitannya dengan Kandungan Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut di Perairan Tapanuli Tengah. [Thesis]. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, 100.
- Parson TR, Takahashi, M dan Hargrave, B. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Third Edition. Oxford: Pergamon Press.
- Paul J. Curran, 1985. *Principle of Remote Sensing*, John Willy & Son, New York.
- Presetiahi, K. 1994. *Kondisi Oseanografi Perairan Selat Makassar Pada Juli 1992 (Musim Timur)*. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan IPB. Bogor.
- Realino, B.a, Hanggono, Subkhi. 2005. *Pola Spasial Data Temporal Kesuburan Perairan Permukaan Laut di*

- Indonesia*. Bali: Balai Riset dan Observasi Kelautan Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Ruddick KG, Ovidio F, Rijkeboer M. 2000. Atmospheric correction of SeaWiFS imagery for turbid coastal and inland waters. *Applied Optics*, Vol. 39, No. 6, 897–912.
- Sutanto. 1994. *Penginderaan Jauh Jilid 2*. Jogjakarta : Gajah Mada University Press.
- Strickland, J.D.H. and Parsons T.R. 1960. *Apreactical Handbook of sea Water Analysis*. Fis. Res. Board Canada : 139-151.
- _____. *TheGeoFactor*. n.d. <http://www.thegeofactor.com> (accessed 18 Januari, 2016).
- Usman, Husaini dan Akbar, P. S. 2006. *Pengantar Statistika*. Jakarta : Bumi Aksara.
- USGS. *Landsat 8 Handbook*. South Dakota, Juni 2015.
- Valiela I. 1984. *Marine Ecologycal Processes*. New York: Springer-Verlap.
- Wyrtki, K. 1961. *Physical Oceanography of The Southeast Asian Water*. NAGA Report Vol 2. Scripps Inst. Oceanography. The University of California. La Jolla, California.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap **UMROH DIAN SULISTYAH**, dilahirkan di Gresik pada 10 November 1993, merupakan anak kelima dari Alm. Bapak Mochammad Bachrie dan Ibu Siti Haniyah. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Banin Banat Manyar (1998-2000), MINU Banat Manyar (2000-2007), SMP Negeri 1 Manyar (2007-2009), SMP Negeri 18 Malang (2009-2010), kemudian melanjutkan di

SMA Negeri 18 Malang (2010-2012). Setelah, menyelesaikan SMA penulis melanjutkan studi S1 dan diterima di Teknik Geomatika FTSP-ITS melalui jalur SNMPTN Tulis dengan NRP 3512100071. Selama menempuh sarjana penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi mahasiswa yaitu di HIMAGE-ITS sebagai Bendahara II (2013-2014) dan Bendahara I (2014-2015). Penulis juga cukup aktif dalam bidang keilmiahan dengan menjadi finalis PIMNAS 26 Mataram pada tahun 2013 dan menjadi pemateri Pelatihan Karya Tulis Ilmiah (PKTI). Untuk menyelesaikan studi sarjananya, penulis memilih tugas akhir di bidang keahlian *Remote Sensing* dengan judul Validasi Algoritma Estimasi Konsentrasi Chl-a pada Citra Satelit Landsat 8 dengan Data *In-situ* (Studi Kasus: Perairan Laut Selatan Pulau Lombok, NTB). Penulis dapat dihubungi melalui email umrohdians@gmail.com.